











DIE

MUTATIONSTHEORIE.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

ÜBER DIE

ENTSTEHUNG VON ARTEN IM PFLANZENREICH

VON

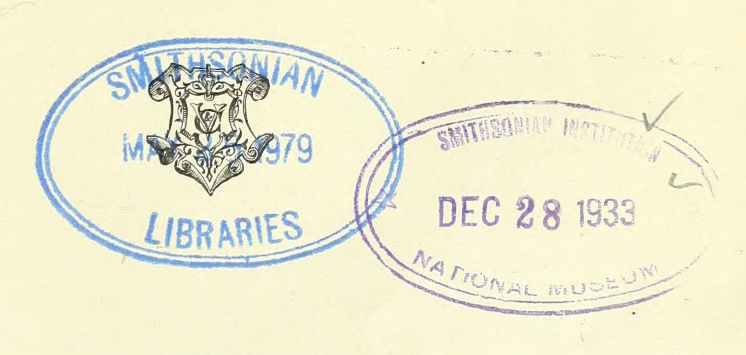
HUGO DE VRIES,

PROFESSOR DER BOTANIK IN AMSTERDAM.

ZWEITER BAND.

ELEMENTARE BASTARDLEHRE.

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN UND VIER FARBIGEN TAFELN.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1903

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Vorwort zum zweiten Bande.

Die Zerlegung des Artbegriffes in seine einzelnen Factoren ist das Ziel der Mutationslehre. Dieses Ziel soll auf dem Wege des Experimentes erstrebt werden. Die Mutationen und die Kreuzungen bieten dazu die Mittel. In meiner *Intracellularen Pangenesis* habe ich zuerst den Gedanken ausgesprochen, dass diese Factoren nicht, wie man bis dahin meinte, die Organe und die Zellen sind, sondern die im lebenden Protoplasma thätigen Eigenschaften. Die Hoffnung einer experimentellen Begründung dieses Satzes war für mich seitdem (1889) die Richtschnur bei den Untersuchungen, welche den Gegenstand des vorliegenden Werkes bilden.

Dazu war zunächst die fluctuirende Variabilität auszuscheiden. Die Gültigkeit und die hohe Bedeutung des Quetelet'schen Gesetzes für die Botanik waren allerdings dem genialen Begründer der statistischen Anthropologie nicht entgangen, den Botanikern jedoch waren sie unbekannt geblieben. Im Jahre 1894 habe ich in einer vorläufigen Mittheilung in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft darauf aufmerksam gemacht und gezeigt, welche Aufschlüsse abweichende Curven für specielle Vererbungsfragen versprechen können. Seitdem ist dieser Gegenstand von Ludwig, Verschaffelt, Mac Leod und vielen Anderen eingehend behandelt worden. Ihre Beiträge bilden mit meinen eigenen Studien die Grundlage, auf der ich im vorliegenden Werke versucht habe, eine völlige Trennung der Variabilitätslehre in ihre beiden Hauptabtheilungen, die eigentliche oder oscillirende Variabilität und die Mutabilität, durchzuführen, nachdem ich das Princip

in einem im Jahre 1898 gehaltenen Vortrag über „Einheit und Veränderlichkeit“ dargelegt hatte.

Sodann galt es, die Monstrositäten in den Bereich der Erblichkeitslehre hereinzuziehen. Dass sie erblich sind, habe ich, der damals herrschenden Auffassung entgegen, zuerst 1889 ausgesprochen. In meiner „Monographie der Zwangsdrehungen“ und in einer Reihe von Beiträgen zu dem von Mac Leod herausgegebenen *Kruidkundig Jaarboek* (1891—1899) habe ich diesen Satz weiter begründet. Die in jenen Abhandlungen beschriebenen Versuche sind in dem vorliegenden Buche nur in sehr abgekürzter Form vorgeführt.

Meine wichtigste Aufgabe war die Beobachtung des Mutationsvorganges selbst. Hierüber habe ich zuerst im Jahre 1900 in den *Comptes rendus* der französischen Academie, sodann in einem in Hamburg auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte gehaltenen Vortrag (1901) und in einer Reihe weiterer Aufsätze und Vorträge berichtet. Die Veröffentlichung mehrerer ähnlicher Fälle durch verschiedene Schriftsteller hat sich seitdem daran angeschlossen. Auch auf die von mir beobachteten Mutationen von *Dahlia variabilis fistulosa, Linaria vulgaris peloria* und *Chrysanthemum segetum plenum* sind Beobachtungen über das plötzliche Auftreten verschiedener Varietäten gefolgt. Alle diese Erfahrungen gestatten den Schluss, dass Mutationen in nächster Zeit voraussichtlich einem Jeden durch Beobachtung zugänglich sein werden.

Hauptsache ist es dabei, zwischen progressiven und retrogressiven Mutationen zu unterscheiden. Sowohl für die Erblichkeitslehre als für die Bastardlehre hat dies eine principielle Bedeutung. Der Fortschritt im Stammbaum beruht ja auf Progression, wenn diese auch ganz allgemein von Regression begleitet wird. Diese beiden Richtungen des Evolutionsprocesses zu trennen, ihren inneren Gegensatz zu beleuchten und sie dem Experiment zugänglich zu machen, betrachte ich als eines der wesentlichsten Ziele des vorliegenden Werkes.

Seit der Bearbeitung der ersten Lieferung dieses Buches (erschienen im November 1900) sind jetzt drei Jahre verflossen. Auf dem Gebiete der Bastardirungen schlummerte die Forschung bis zu

jenem Jahre fast gänzlich. Mendel's wichtige Untersuchungen waren unbekannt geblieben, wohl in Folge des Umstandes, dass weder Mendel selbst, noch seine Leser, sogar nicht die hervorragendsten Hybridologen jener Zeit, wie Focke, die Tragweite seiner Ergebnisse erkannten. Sie musste den Anhängern der Selectionslehre nothwendiger Weise entgehen; sie konnte erst durch ein zusammenhängendes Studium der Bastardirungsvorgänge mit den Mutationserscheinungen an's Licht gefördert werden. Erst nachdem der Nachweis der realen Existenz der Einheiten, welche Mendel zur Erklärung seiner Formeln annimmt, durch die Mutationen der *Oenothera* geliefert worden war, trat die hohe Bedeutung dieses mustergültigen Einzelstudiums an's Licht. Meine im Frühjahr 1900 veröffentlichte Auffassung der Mendel'schen Ergebnisse fand bald darauf sehr wesentliche Stützen in den hervorragenden Veröffentlichungen anderer Forscher, unter denen namentlich Correns, Tschermak und Webber, und auf zoologischem Gebiete Bateson und Cuénot zu nennen sind. Wohl überall werden jetzt diese Principien als Ausgangspunkte für die weitere Forschung benutzt.

Doch soll man sich vor Uebertreibung hüten. Die Mendel'schen Gesetze, obgleich von viel grösserer Tragweite als ihr Urheber ahnte, umfassen keineswegs das ganze Gebiet der Bastardirungserscheinungen. Gerade im Gegentheil sind sie auf die retrogressiv und degressiv entstandenen Differenzen beschränkt, wie ich in meiner letzten vorläufigen Mittheilung dargelegt habe, und im vorliegenden Bande ausführlich zu begründen suche. Die fortschrittlichen Differenzen fügen sich ihnen weder während ihrer Entstehungsperiode, noch auch später, wenn das betreffende Mutationsvermögen längst verschwunden ist. Sie folgen ganz anderen Gesetzen, indem constante Bastardrassen oder doch constante Bastardeigenschaften entstehen. Diese Erscheinung führt im Freien zu der Bildung neuer Arten durch Bastardirung.

Die retrogressiv und die degressiv entstandenen Merkmale sind im Allgemeinen kennzeichnend für die Varietäten, die progressiven für die elementaren Arten. Die systematischen Arten unterscheiden sich von ihren nächsten Verwandten theils in progressiven, theils in retrogressiven und degressiven Kennzeichen, d. h. also theils durch

echte Artmerkmale, theils durch eigentliche Varietätsmerkmale. Von der Erhebung dieser Erfahrungen zu einem Princip für die systematische Behandlung dürfte früher oder später eine Klärung auf dem überaus verworrenen Gebiete des Artbegriffes zu erwarten sein. Und dazu wird die Bastardlehre in sehr hohem Grade beitragen können, indem sie ermittelt, welche Merkmale sich im Bastard spaltungsfähig, also nur vorübergehend, und welche sich auch für die späteren Generationen constant verbinden lassen.

Amsterdam, im April 1903.

Hugo de Vries.

Inhalt.

Elementare Bastardlehre.

Seite
Einleitung 3

Erster Abschnitt.

Die elementaren Eigenschaften in der Bastardlehre.

I. Die einfachen Bastarde erster Generation 7
§ 1. Mischlinge und Blendlinge 7
§ 2. Die Eigenschaften der Bastarde sind auf diejenigen der Eltern beschränkt 11
Grosse Ueppigkeit 12. Monstrositäten 16.
§ 3. Intermediäre, goneokline und einseitige Bastarde 18
Abschätzung der Merkmale 21. Peter's Zahlengruppe 24.
§ 4. Die Präpotenz der phylogenetisch älteren Eigenschaften . . . 33
Gattungstypen 36.
§ 5. Der Atavismus bei den Bastarden 42
§ 6. Die Variabilität der Bastarde 46
Schwankende Prävalenz 48. Kreuzung und Selection 53. Pleiotypie 54.

II. Die Nachkommen der einfachen Bastarde 56
§ 7. Die Fruchtbarkeit der Bastarde 56
Sexuelle Affinität 57. Absolute Sterilität 58. Schwächung der Sexualorgane 61. Jenčič's Zahlen 64. Spätere Generationen 65.
§ 8. Die constanten Bastardrassen 66
§ 9. Die inconstanten Bastardformen 74
Einige Eigenschaften inconstant, andere nicht 77.

III. Die Folgen wiederholter Kreuzungen 78
§ 10. Zweielterliche abgeleitete Bastarde 78
Zufällige Kreuzungen mit den Eltern 84. Ueberführen einer Art in eine andere 84.
§ 11. Ternäre und mehrfache Bastarde 85

Seite

§ 12. Die variablen Bastardrassen des Gartenbaues 87
Gladiolus 89. Amaryllis 93. Canna 95. Viola 96.

§ 13. Kreuzungen vermuthlicher Bastarde 97
Werth von Ausnahmefällen 97. Oenothera cruciata 100. Oenothera rubiennis 102.

Zweiter Abschnitt.

Die Mendel'schen Spaltungsgesetze.

I. Die Methode der Erbzahlen 111

§ 1. Mono-, Di- und Polyhybriden 111
Gegenwärtiger Stand der Bastardlehre 111. Primäre und secundäre Merkmale 113. Ziele der Bastardlehre 113. Monohybriden 114. Erbzahl 117.

§ 2. Uebersicht der Fehlerquellen 118
Keimprobe 119. Genauigkeit 120.

§ 3. Die in der Landwirthschaft bei Keimprüfungen gebräuchliche Latitüde 123
300 Keimlinge abzuzählen 124. Latitüde 3—5 % 124. Tabellen über die Latitüde 126, 128.

§ 4. Empirische Ermittelung der Fehlergrenze 131
Versuche mit Tricotylen 133. Doppelzählungen 137.

II. Die typischen Bastardspaltungen 137

§ 5. Die Mendel'schen Bastarde 137
Rassenmerkmale 141. Mendel'sche Bastarde 141. Erbgleiche Bastarde 142.

§ 6. Die erste Generation der Mendel'schen Monohybriden . . . 143
Dominanz des activen Merkmales 145. Tabelle 146.

§ 7. Die zweite Generation der Monohybriden 149
Tabelle 151.

§ 8. Die dritte Generation der Monohybriden 160
Papaver somniferum 164.

§ 9. Die späteren Generationen der Monohybriden 168
Spaltung nach acht Generationen. 171.

§ 10. Die Ei- und Samenzellen der Monohybriden 172
Zerlegung des Artcharakters in Factoren 173.

§ 11. Die Kreuzung der Monohybriden mit ihren Eltern 175
Tabelle 178.

§ 12. Die Dihybriden 180
Erklärung aus den möglichen Combinationen 186.

§ 13. Die Tri-Polyhybriden 187
Combinationsreihe 189.

Seite

III. Anwendungen der Spaltungsgesetze 194

§ 14. Die Zerlegung der Blüthenfarben 194
Hybridologische Analyse und Synthese 200. Künstlicher Atavismus 206.

§ 15. Der dornlose Stachelginster 206

IV. Kreuzungen tricotyler Rassen 212

§ 16. Das Vorkommen von Tricotylen als Halbrassen und als Mittelrassen 212
Pentacotylen 215. Halbe Curve 215. Erbzahlen 219. Transgressive Variabilität 221.

§ 17. Tricotylen, Hemitricotylen und Tetracotylen 222
Hemitricotylen sind keine Bastarde 223. Gabelung tetracotyler Stämme 227.

§ 18. Einfluss der Tricotylie auf die Blattstellung 228
Ternäre Blattstellung 229. Zwangsdrehung 231. Gespaltene Blätter und Stämme 232. Gipfelständige Becher 236.

§ 19. Tricotyle Halbrassen 238
Tricotylen in käuflichen Samen 239. Isolirung der Mittelrasse 240. Grossmutterwahl 242. Tabelle über die Erblichkeit in den Halbrassen 247.

§ 20. Tricotyle Mittelrassen entstehen nicht durch Selection . . . 247
Amarantus speciosus 251. Scrophularia nodosa 258.

§ 21. Die Isolirung tricotyler Mittelrassen 265
Selection von Hochzuchten 269. Tabelle über die Isolirung und die Verbesserung durch Selection 281.

§ 22. Die partielle Variabilität der Tricotylie 285
Ort der tricotylen Keime auf der Mutterpflanze 286.

§ 23. Einfluss der Lebenslage auf die Tricotylie 289
Düngung 290. Topfcultur 291. Schatten 293.

§ 24. Kreuzung der Mittelrassen mit den Halbrassen 293
Die Bastarde sind keine Mittelbildungen 294. Transgressive Variation 296. Tabellen 306. Anschluss an die Mendel'schen Formeln 309.

§ 25. Kreuzung tricotyler Rassen von verschiedenen Arten 309
Tabellen 318.

V. Kreuzung syncotyler Rassen 319

§ 26. Hemisyncotylie, Syncotylie, Amphisyncotylie 319
Blattstellung 324. Zwangsdrehung 325. Ascidien 326.

§ 27. Helianthus annuus syncotyleus 326
Stammbaum 329. Curven 332.

§ 28. Eine hemisyncotyle Zuchtrasse 333
Stammbaum 337.

§ 29. Atavistische Zuchtrassen 337
Stammbaum 339.

§ 30. Einfluss der Lebenslage auf die Erbzahlen 340
Spätere Blattstellung 341.

Seite

§ 31. Kreuzungsversuche 342
Anschluss an die Mendel'schen Formeln 345.

VI. Kreuzung stark variabler Eigenschaften 346
§ 32. Kreuzungen von Halb- und Mittelrassen 346
Doppelte Curve von Chrysanthemum 349. Transgressive Variabilität 351. Beispiele 351.
§ 33. Papaver somniferum polycephalum Danebrog 360

VII. Uebersicht der Mendel'schen Bastarde 367
§ 34. Retrogressive und degressive Merkmale 367
Activ × latent oder typische Mendel-Kreuzungen 369. Kreuzungen stark variabler Eigenschaften 370. Uebersicht 373. Merkmalspaare 373. Activ dominirt über latent, semilatent über semi-activ 374.

VIII. Der sogenannte Atavismus im Gartenbau 374
§ 35. Die Mendel'schen Gesetze im Gartenbau 374
§ 36. Die Reinheit käuflicher Samenproben 376
§ 37. Das Vicinovariiren und die Vicinisten 383
Variiren unter dem Einfluss der Nachbarn 383. Erforderliche Entfernungen 386. Zufällige Artkreuzungen 387.
§ 38. Kritik des Gartenbau-Atavismus 388
Der sogenannte Atavismus ist oft Vicinismus 389.
§ 39. Inconstante Rassen und Varietäten 391
Fixiren neuer Varietäten 394.

Dritter Abschnitt.

Die Mutationskreuzungen.

I. Kreuzungen in einer Mutationsperiode 396
§ 1. Mutationskreuzungen in der Gattung Oenothera 396
Mutationskreuzungen 398. Dihybride 399. Erste Generation zwei- bis dreiförmig 399. Bastarde constant 399.
§ 2. Die Erbzahlen von Oenothera lata 400
Werth 21—24 %, Grenzwerthe 4—45 % 405. Werth nach neun Generationen 406.
§ 3. Die Erbzahlen von Oenothera nanella 406
Sie sind dieselben wie bei O. lata 407. Reciproke Erbzahlen 411.
§ 4. Die Abhängigkeit der Erbzahlen von verschiedenen Ursachen . 411
Individuelle Kraft 412. Correlation mit Samenreichthum 415. Seitenzweige 416. Quantität des Blüthenstaubes 416. Beschneiden der Narben 417.
§ 5. Die Erbzahlen der übrigen neuen Arten 418

Seite

§ 6. Dihybride Kreuzungen 420
Oen. lata × O. nanella 421.
§ 7. Die Constanz in den späteren Generationen 422
Oen. nanella 423. O. Lamarckiana 425.
§ 8. Mutationen nach Kreuzungen 425
§ 9. Die Kreuzung mutabler Eigenschaften 427
Uebersicht 427.

II. Combininirte Mutationskreuzungen 429

§ 10. Oenothera brevistylis 429
§ 11. Oenothera Pohliana (O. lata × O. brevistylis) 435
Stammbaum 441.
§ 12. Die Spaltungen unter den Bastarden der Oenothera nanella . 443
Oen. rubiennis × nanella 445.
§ 13. Oenothera rubrinervis × nanella 447
Mendel'sche Spaltungen 451. Oen. rubrinervis nanella, Constanz 453. Kreuzungen 455.
§ 14. Der Austritt aus der Mutationsperiode 457
Oen. rubrinervis in Bezug auf das Nanella-Merkmal 458.

Vierter Abschnitt.

Die unisexuellen Kreuzungen.

I. Die constanten Eigenschaften der Bastarde 461

§ 1. Die Kreuzung auf den Gebieten der Variabilität und der Mutabilität 461
§ 2. Ungepaarte Eigenschaften 466
Avunculäre und collaterale Kreuzungen 469. Schematischer Stammbaum von Oenothera 470.

II. Combinirte unisexuelle Kreuzungen 473

§ 3. Kreuzungen der Abkömmlinge von Oenothera Lamarckiana mit älteren Arten 473
§ 4. Die erste Generation der Bastarde 474
Oen. lata 475. O. nanella 476. O. scintillans 477. O. rubrinervis 478. Einfluss der Verwandtschaft 479.
§ 5. Die Constanz in den späteren Generationen 480

Fünfter Abschnitt.

Anwendung der Bastardlehre auf die Lehre von der Entstehung der Arten.

I. Historisches 483

§ 1. Die Ansichten von Linné 483
Artbildung durch Kreuzung 485.

Seite

§ 2. Die jetzt herrschenden Meinungen 486
§ 3. Neue Combinationen und neue Einheiten 488
Anomalien oberhalb von Gallen 491.

II. Können durch Kreuzung constante Rassen entstehen? 492
§ 4. Constante MENDEL'sche Bastardrassen 492
§ 5. Die constanten Bastardrassen der unisexuellen Kreuzungen . . 495
§ 6. Constante wildwachsende Bastardrassen 496
KERNER's Bastardrassen 501.
§ 7. Neue Arten entstehen als Bastarde 503
Kreuzung mutirter Sexualzellen 504. Günstiger Einfluss der Kreuzungen 507. Mutationscoëfficienten 1—100 % 509. Schartige Gerste 509. Tomaten 511.

III. Können durch Kreuzung inconstante Rassen entstehen? 513
§ 8. Die Entstehung gestreifter Blumen 513
Alter 514. Unähnlichkeit mit Bastardrassen 516.
§ 9. Die Inconstanz der Mittelrassen 518
Vicariirende Eigenschaften 518. Ernährung begünstigt die Anomalie 523. Entstehen nicht durch Kreuzung 526.
§ 10. Zufällige Mutationen 528
Mutationen nach Kreuzungen 529. Polyphyletische Entstehung von Varietäten 531.
§ 11. Die Kreuzung als Ursache von Atavismus 533
Jugend-Atavismus 533. Atavistische Varietäten 534.
§ 12. Die Hypothese von Kreuzungen in der Prämutationsperiode . 538
Erklärung der Mutationen von Oenothera Lamarckiana, nicht durch Kreuzung 538.

IV. Die Inconstanz der verbänderten Rassen 541
§ 13. Die Erblichkeit der Verbänderungen 541
Strahlige und Ring-Fasciationen 548.
§ 14. Halbrassen mit erblicher Verbänderung 551
§ 15. Mittelrassen mit erblicher Verbänderung 555
§ 16. Die Bedeutung der Atavisten 559
Zweigipfelige Curven 564. Mehrgipfelige Curve 568.

V. Erbliche Zwangsdrehungen 568
§ 17. Die spiralige Blattstellung 568
Einfluss der Lebenslage 573.
§ 18. Seltene Zwangsdrehungen 575
§ 19. Zwangsgedrehte Rassen 579
Dipsacus 579. Dianthus 584. Viscaria 585. Doppelrassen 586.
§ 20. Die Bedeutung der Atavisten 587

VI. Kreuzungen des Cruciata-Merkmales 593
§ 21. Das Cruciata-Merkmal 593
Sepalodie der Krone 595. Cruciate Rassen 599.

Seite

§ 22. Oenothera cruciata varia als Mittelrasse 602
Zweigvariation und sectoriale Variation 605. Stammbaum 606.
§ 23. Vergleichung cruciater und gestreifter Blumen 607
§ 24. Kreuzungen von Oenothera cruciata 611
Uebersicht 611.
§ 25. Oen. lata × O. cruciata varia 612
Spaltung 614. Stammbaum 616.
§ 26. Oen. Lamarckiana × O. cruciata varia 617
§ 27. Oen. rubiennis crùciata 618
Constanz 618.
§ 28. Kreuzungen von Oen. rubiennis cruciatia 621
§ 29. Die Entstehung von Oen. Lamarckiana cruciata 622
Stammbaum 625.
§ 30. Kreuzungen von Oen. Lamarckiana cruciata 627
Stammbäume 629 und 630.
§ 31. Vergleichung der cruciaten Bastardrassen mit O. cruciata varia 630
Uebersicht 631.

Sechster Abschnitt.

Die Beziehungen der Mutationstheorie zu anderen Disciplinen.

I. Der Artbegriff in der Mutationstheorie 634
§ 1. Systematik und Mutationslehre 634
§ 2. Progressive, retrogressive und degressive Mutationen 636
Vicariirende Merkmalspaare 639. Doppel- oder Mittelrassen 640. MENDEL'sche oder Varietätskreuzungen 641. Unisexuelle oder Artkreuzungen 642.
§ 3. Der theoretische Unterschied zwischen Arten und Varietäten . 642
Progressive oder Artmerkmale, retrogressive und degressive oder Varietätsmerkmale 644. Merkmale der systematischen Arten 650.
§ 4. Der praktische Artbegriff 651
Definition 653.
§ 5. Der Parallelismus zwischen der systematischen und der sexuellen Verwandtschaft 654
Arten und Varietäten 657.

II. Der Geltungsbereich der Mutationslehre 659
§ 6. Die Tragweite der bisherigen Erfahrungen 659
Giebt es Mutationen? 659. Entstehen Arten sowohl aus diesen wie aus fluctuirenden Variationen? 661. Neuere Mutationen 663.
§ 7. Die Erklärung der Anpassungen 664
Lineare und begrenzte Variabilität 666. Election 667. Kampf um's Dasein 667. Erste Anfänge 668. Nutzlose Eigenschaften 669.

Seite

§ 8. Vegetative Mutationen 670
Der Zeitpunkt des Mutirens 671. Vegetative Bastardspaltungen 674. Cytisus Adami 676. Atavistische Knospenvariation 679.

III. Die stofflichen Träger der elementaren Eigenschaften 682
§ 9. Darwin's Pangenesis 682
Innere Anlagen 684. Idioplasma 684. Bunte Blätter 686. Galton 687. Brooks 688.
§ 10. Intracellulare Pangenesis 688
§ 11. Die Pangene als Träger der erblichen Eigenschaften . . . 691

IV. Die geologischen Mutationsperioden 697
§ 12. Die Periodicität der progressiven Mutationen 697
Empirische und hypothetische Stammbäume 700, 701.
§ 13. Die iterative Artbildung 704
§ 14. Die biochronische Gleichung 706
Die Dauer des Lebens auf Erden 708.

Anhang: Literatur 715
Vorarbeiten und vorläufige Mittheilungen 715
Register 718

ELEMENTARE BASTARDLEHRE.



Einleitung.

Neben der bisherigen Bastardlehre erfordert die Mutationstheorie eine neue Abtheilung, welche nicht von der Bastardirung der Gattungen, Arten und Varietäten, sondern von dem Verhalten der elementaren Eigenschaften bei der Kreuzung handelt. Diesen Theil bezeichne ich als elementare Bastardlehre; ihre Principien sollen in diesem Bande, so weit es jetzt thunlich ist, vorgeführt werden.

Die elementaren Eigenschaften bilden für die Theorie die Einheiten, welche den sichtbaren Eigenschaften und Merkmalen zu Grunde liegen. Sie sind die Elemente der Art. Jede Art unterscheidet sich von der ihr nächst verwandten durch wenigstens eine solche Einheit. So oft eine solche Eigenschaft sich ausbildet, entsteht eine neue Art. Einen solchen Vorgang nennen wir eine Mutation.

Während aber die Mutationen selbst bis jetzt nur in vereinzelten Fällen der Forschung zugänglich sind, und die Entdeckung der Versuchsobjecte an sich in diesem Theile der Mutationslehre einen grossen Aufwand von Zeit und Arbeit erfordert, verhält es sich in der Bastardlehre durchaus anders. Hier liegt ein weites Feld für die Untersuchungen offen. Ueberall ist es bearbeitet worden. Die hervorragendsten Forscher eines ganzen Jahrhunderts, von Kölreuter bis auf Mendel, haben ihm ihre besten Kräfte gewidmet, und die neueren Untersuchungen von Rimpau, Peter, Macfarlane, Correns, Tschermak, Webber, Hurst und vielen Anderen haben die Aufmerksamkeit in weiteren Kreisen auf diese Forschungsrichtung gelenkt. Die Methoden des Arbeitens sind jetzt feststehende, und die Wahl der Objecte bietet kaum Schwierigkeiten.

Es bedarf nur der Einführung eines neuen Princips, um zu einer eingehenden Analyse der Erscheinungen zu gelangen. Beim jetzigen Zustande der Wissenschaft zeigen die Organismen bei Kreuzungen eine gewisse Freiheit, eine sich jeder Berechnung entziehende Bildsamkeit, wie Focke sagt. Und die „ganz unglaubliche Mannigfaltigkeit“ der Erscheinungen scheint Vielen ein unübersteigliches Hinderniss beim Aufsuchen ihrer Gesetze (Hildebrand). Auch Abbado

und viele Andere mit ihm betonen, dass man auf die Ableitung allgemeiner Gesetze einstweilen verzichten müsse. NAUDIN geht sogar so weit, dass er den Formenreichthum der Hybriden *Variation désordonnée* nennt, *„par ce qu'elle semble n'être assujettie à aucune règle"*. Und wenn man die Schlüsse vergleicht, zu denen die einzelnen Forscher gelangen, so findet man gar zu häufig die auffallendsten Widersprüche, je nachdem die Verallgemeinerungen von dieser oder jener Gruppe von Erscheinungen ausgehen. Mit grossem Rechte sagt MACFARLANE in seinen grundlegenden Studien über die anatomische Structur der Bastarde, dass alle die viele mühsame Arbeit, welche bis jetzt auf die Erforschung der Hybriden verwandt worden ist, doch nur betrachtet werden darf *„as the small beginning to an inquiry that will yield results of great value"*.

Seit um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts KÖLREUTER die ersten pflanzlichen Bastarde machte, wurde die Bastardlehre stets vorwiegend im Dienste der Systematik betrieben. Die Abgrenzung der Arten und Gattungen war fast überall das mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Ziel. Den Grenzen, welche der Systematiker nur nach vergleichenden Studien ziehen kann, hoffte man hier durch Versuche eine sichere Grundlage zu geben. Die Zähigkeit, mit der die Artmerkmale auf die künstlichen Bastardorganismen übertragen werden, zeugt in hohem Maasse von ihrer selbstständigen Existenz, sagt NAUDIN, und noch schärfer spricht BATESON dieses aus, wenn er sagt: *„species is a mixture of different phenomena"*, eine Gruppe von sehr verschiedenartigen Erscheinungen, welche wir unter einem Namen vereinigen. Allerdings hatte es im Anfang den Anschein, als ob das Studium der Hybriden die Systematik mit äusserster Verwirrung bedrohe, aber diese Gefahr ist jetzt wohl verschwunden, oder doch auf jene Gruppen beschränkt, in denen noch nicht durch künstliche Kreuzungen eine tiefere Einsicht erreicht wurde.

Sollen aber wirklich einmal die künstlichen Bastardirungen die Grundlage für die wissenschaftlichen Begriffe der Arten, Unterarten, Gattungen u. s. w. werden, so dürfte es zu allererst erforderlich sein, dass man bei den Kreuzungen selbst rein objectiv vorgehe. Die conventionellen Grenzen der genannten Gruppen sind einstweilen bei Seite zu stellen; man muss es versuchen, die Thatsachen ohne ihre Hülfe anzuordnen. Allerdings eine schwierige, beim jetzigen Stand unseres Wissens bei Weitem noch nicht genügend zu lösende Aufgabe. Aber dennoch kann nur eine rein empirische und vorurtheilsfreie Behandlung der experimentellen Ergebnisse die Grundlage werden, auf der man später einmal den Artbegriff wird gründen können. Die

systematischen Gruppen werden wohl immer conventionelle Grössen bleiben, ihre wissenschaftliche Unterlage sollte aber von jeder solchen Einmischung durchaus frei sein.

Und dieses hohe Ziel kann meines Erachtens auf dem bis dahin betretenen Wege nicht erreicht werden. Die Mittel und Methoden, welche man bis jetzt benutzte, erscheinen gegenwärtig wohl Jedem als erschöpft. Nicht der Begriff der Art soll den Ausgangspunkt bilden, um zur Erforschung der Art aufzusteigen. Es bedarf augenblicklich eines tieferen, mehr im Wesen der Organismen begründeten Principes. Dieses Princip aber ist meiner Ansicht nach die Lehre von den Einheiten, aus denen die Lebewesen aufgebaut sind, das Princip von den elementaren Eigenschaften. Nägeli hat dieses in seiner Theorie der Bastardbildung klar auseinandergesetzt: „Die äusseren Merkmale, die unserer sinnlichen Wahrnehmung zugänglich sind, haben gewiss einen grossen Werth, aber sie geben uns noch kein vollständiges und richtiges Bild. Sie drücken die inneren und wesentlichen Eigenschaften nur mangelhaft aus. Zwei Pflanzenformen können systematisch einander ähnlich sehen, und doch in Wirklichkeit weiter von einander entfernt sein, als zwei andere, die in Bau und Habitus mehr von einander abweichen“ u. s. w. Im weiteren Aufbau der Bastardlehre sollte dieses Princip von den inneren und wesentlichen Eigenschaften immer mehr in den Vordergrund treten. Denn gerade die Erscheinungen der Bastardirungen bilden die besten Stützen für die Auffassung der Artmerkmale als aus solchen elementaren Einheiten zusammengesetzte Eigenthümlichkeiten, wie Johannsen in seinem und Warming's Lehrbuch der Botanik betont.

Gelingt es einmal zu der Erkenntniss dieser Einheiten vorzudringen, so wird darauf ohne Zweifel eine in viel weiteren Kreisen befriedigende Lösung der Frage nach dem Artbegriffe möglich sein. Und ebenso einleuchtend dürfte es sein, dass auf keinem Gebiete diese Aufgabe eine grössere Aussicht der Lösung bietet, als gerade auf dem der Bastarde. Nur soll man die Pflanzen nicht als „Arten“ oder „Varietäten“, sondern einfach als Träger bestimmter elementarer Eigenschaften betrachten.

Aus diesen Erörterungen ergiebt sich als leitender Gedanke für unsere „Elementare Bastardlehre“ das Princip, dass es wesentlicher ist, eine einzelne Eigenschaft bei verschiedenen Pflanzenformen auf ihr Verhalten bei Kreuzungen zu studiren, als möglichst viele Eigenschaften in den Kreuzungen innerhalb einer einzelnen Gruppe von Pflanzen, z. B. innerhalb einer Gattung oder Art, zu berücksichtigen. Namentlich

aber sollen diejenigen Eigenschaften aufgesucht und zusammengebracht werden, welche sich bei den Kreuzungen in analoger Weise verhalten. Haben die Eltern bei einer künstlichen Verbindung mehrere Differenzpunkte, so braucht man diese nicht alle zu berücksichtigen, sondern kann, nach dem von SAGERET bereits 1826 gegebenen Beispiele, sich auf einzelne beschränken.

Diesen Principien entsprechend soll im vorliegenden Bande den Bastardirungen der neuen, aus *Oenothera Lamarckiana* in deren Mutationsperiode entstandenen Eigenschaften eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Denn hier kennt man die fraglichen Einheiten aus der Art und Weise ihrer Entstehung aus der Mutterform; ihr Verhalten bei Kreuzungen kann also als Muster für weitere Studien gelten. Daneben sollen die constanten Bastardformen bei einer Reihe von Arten studirt werden, um ihr übereinstimmendes Verhalten in solchen Fällen zu zeigen. Andere specielle Gegenstände sollen eingehend besprochen werden, und namentlich sollen die von MENDEL in der Gattung *Pisum* entdeckten und in der neuesten Zeit von CORRENS und TSCHERMAK gründlich studirten Spaltungsgesetze an möglichst verschiedenen Beispielen auf ihre allgemeinere Bedeutung geprüft werden.

Diesen, der Methode der elementaren Bastardlehre gewidmeten Studien möge eine sehr gedrängte Uebersicht über den jetzigen Zustand unseres Wissens vorangeschickt werden. Allerdings nicht in der Form einer „Allgemeinen Bastardlehre“, sondern ausschliesslich mit dem Zwecke, darzulegen, welche Bedeutung dem Princip der elementaren Eigenschaften in kritischer Hinsicht zukommt. Erst nach allen diesen Vorbereitungen scheint es gestattet, der Frage nach der Anwendung der Bastardlehre auf die Lehre von dem Artbegriff näher zu treten.

Schliesslich habe ich mich, bei der Wahl der vorzuführenden Versuche, sowohl aus der Literatur als auch aus meinen eigenen Culturen, soviel wie möglich leiten lassen von dem, in WICHURA's schöner Weidenarbeit niedergelegten Satze, misstrauisch zu sein gegen alle von der gewöhnlichen Regel abweichenden Resultate eines Experimentes. Denn ich bin fest überzeugt, dass nur eine Sichtung nach diesem Princip aus dem Chaos der sich widersprechenden Meinungen einmal eine reine und schöne Wissenschaft wird aufbauen können.

Erster Abschnitt.

Die elementaren Eigenschaften in der Bastardlehre.

I. Die einfachen Bastarde erster Generation.

§ 1. Mischlinge und Blendlinge.

Die Bastardlehre oder Hybridologie steht nicht ausschliesslich im Dienste der Systematik. Sie bildet neben der physikalisch-chemischen Physiologie und der eigentlichen Befruchtungslehre eine völlig selbstständige und gleichberechtigte Abtheilung der biologischen Wissenschaften. Sie hat zu mehreren anderen Disciplinen gleich enge Beziehungen. Kölreuter stellte bekanntlich seine Kreuzungen an, um den ersten exacten Beweis für die Sexualität der Pflanzen zu liefern, und noch heute beruht ein sehr wesentlicher Theil unserer Einsicht in den normalen Befruchtungsvorgang und seine Folgen auf den Ergebnissen der Bastardirungsversuche. Der Systematiker sucht in der Hybridologie nach Bausteinen für den Artbegriff, der Landwirth und namentlich der Gärtner betreiben die angewandte Bastardlehre in grossem Maassstab, und zum Theil mit wichtigen Ergebnissen auch für die theoretische Wissenschaft.

Soll die Bastardlehre sich als selbstständiges Forschungsgebiet weiter entwickeln,[1] und soll sie wirklich eine sichere Stütze für andere

---

[1] Die Literatur über Bastarde findet man, mit Ausnahme der Arbeiten aus den letzten Jahren, zusammengestellt in:

W. O. Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* 1881.

L. H. Bailey, *Cross-breeding and Hybridizing.* Rural Library Series. New York 1892. Bibliography S. 26—44.

Mich. Abbado, *L'ibridismo nei vegetali.* Nuovo Giornale bot. Ital. N. S. Vol. V. 1898. Literaturliste S. 63—70.

Ferner verweise ich in Bezug auf die in der Einleitung erwähnten Citate auf:

Hildebrand, *Ueber einige Pflanzenbastardirungen.* Jen. Zeitschr. 1889. S. 545.

Abbado, l. c. S. 30, Focke, l. c. S. 445.

Wissenschaften und namentlich für die Systematik werden, so ist es offenbar erforderlich, dass sie sich von den conventionellen Begriffsbestimmungen dieser Disciplinen möglichst fern halte. Die Kritik dieser Begriffe ist eins ihrer Ziele, demnach darf sie auf ihnen sich nicht aufbauen. Neben dem Studium der Mutationen selbst enthält die Bastardlehre wohl das einzige Mittel auf experimentellem Wege entscheidende Thatsachen über die systematischen Einheiten an's Licht zu bringen. Daher hat sie diese Einheiten aufzusuchen ohne jede vorgefasste Meinung, ohne jede im Voraus festgestellte Eintheilung der Organismen in grössere und kleinere Gruppen. Die Thatsache, dass die verschiedenen Organismen in ungleichen Graden mit einander verwandt sind, muss ihr genügen; wie gross diese Grade in den einzelnen Fällen sind, und wie sie sich zu einander verhalten, hat sie aus ihren Versuchen abzuleiten. Sie darf dabei nicht an vorgefasste Meinungen oder aprioristische Regeln gebunden sein.

Was Art ist und was Varietät, ist in der Bastardlehre die Frage, zu deren Beantwortung noch viel Material wird angehäuft werden müssen. Die Systematik kann nicht auf diese Antwort warten, sie behilft sich mit vorläufigen Bestimmungen, welche fortwährend wechseln, indem sie sich dem Fortschritte der Wissenschaft unaufhörlich anzupassen versuchen. Aber die Thatsache dieses Wechsels ist für den Hybridologen wichtiger, als die zeitweise Entscheidung, welche gerade in dem Augenblicke seiner Versuche die herrschende ist.

Ch. Naudin, *Annales des Sc. nat.* 6. Serie T. II. 1875. S. 73.

J M. Macfarlane, *A comparison of the minute structure of plant hybrids with that of their parents and its bearing on biological problems.* Transact. Roy. Soc. Edinburgh. Vol. 37. No. 14. S. 272.

W. Bateson, *Hybridisation as a method of scientific investigation.* Journ. Roy. Hortic. Soc. Vol. 24. April 1900. S. 66.

C. v. Nägeli, *Botanische Mittheilungen.* Sitzber. der Münch. Akad. Wiss. 13. Jan. 1866. S. 123.

Warming og Johannsen, *Den almindelige Botanik.* 2. Aufl. 1901. S. 676.

Max Wichura, *Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich,* erläutert an den Bastarden der Weiden. 1865. S. 53.

Mendel's Spaltungsgesetze sind bis auf meine ersten vorläufigen Mittheilungen über diesen Gegenstand (*Comptes rendus*, März 1900 und *Ber. d. d. bot. Ges.*, XVIII, S. 83) in der Literatur unberücksichtigt geblieben. Die im Text zu gebende Darstellung bezieht sich daher auf die diesen Publikationen vorangegangene Periode.

Eine Zusammenstellung namentlich der neueren Literatur findet man in dem Sammelreferat von C. Correns in den *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. XIX. 1901. Generalversammlungsheft, S. 92—94. Die seitdem erschienenen Abhandlungen auf diesem Gebiete konnten bei der Bearbeitung des Textes des vorliegenden Bandes nur theilweise und nachträglich berücksichtigt werden.

Wer in einer bestimmten Gattung Bastardirungsversuche macht, kann den Werth seiner Experimente nicht davon abhängig machen, ob andere dieselbe Gruppe in mehrere Gattungen spalten, und ob sie darin zehn oder hundert „Arten“ unterscheiden.

Daher betrachte ich auch das Streben, zwischen Bastarden als Hybriden von Arten und Blendlingen als Varietätsmischlingen einen Unterschied zu machen, als durchaus verfehlt. Nichts ist nach Kerner bedenklicher, als der Zirkelgang der Folgerungen, zu welchen diese Trennung nur zu leicht verführt.[1] Focke erhebt in seinem vorzüglichen Werke über die Pflanzenmischlinge diesen Unterschied zu einem Lehrsatz, und fasst die Bastarde und Blendlinge als Mischlinge zusammen. Und bei seiner systematischen Behandlungsweise mag solches einen Vortheil haben. Sobald es aber auf die Erforschung der allgemeinen Gesetze ankommt, sollte man die Trennung fallen lassen.[2]

In historischer Hinsicht ist diese Auffassung auch keineswegs richtig. Bei den ältesten und bei den besten unter den neueren Experimentatoren ist Bastard oder Hybride der allgemeine Begriff, und bilden die Blendlinge davon eine Unterabtheilung. Bereits Kölreuter spricht von Bastardvarietäten, wenn er die Bastarde zweier Varietäten meint (z. B. bei *Datura Stramonium* und *Tatula*),[3] und Sachs unterscheidet zwischen Varietätenbastard, Speciesbastard und Gattungsbastard.[4] Unter den älteren Forschern nenne ich Sageret und Lecoq, unter den neueren Webber als Anhänger dieser Auffassung. Wesmael hebt in einer ausführlichen Erörterung über den Artbegriff hervor, dass es zwar sehr wünschenswerth wäre, zwischen Blendlingen[5] und Hybriden zu unterscheiden, dass solches aber allgemein nicht gethan wird.[6] Dazu kommt, dass die Gärtner sich ge-

[1] A. Kerner von Marilaun, *Das Pflanzenleben.* II. S. 569. Zu einem ähnlichen gefährlichen Zirkelgang führen die spontanen Bastarde, bei denen man aus den Eigenschaften auf die Eltern schliesst, und dann daraus auf die Gesetze, welche die Verbindung der elterlichen Eigenschaften im Bastard beherrschen.

[2] In der älteren botanischen Literatur ist das Wort Mischlinge gleichbedeutend mit Bastarden, und so soll es auch im Folgenden benutzt werden.

[3] *Zweyte Fortsetzung der vorläufigen Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen.* Leipzig 1764. S. 125.

[4] J. von Sachs, *Lehrbuch der Botanik.* 4. Aufl. S. 888.

[5] Als etymologisches Curiosum mag hier angeführt werden, dass Blendlinge jene Mischlinge sind, bei denen die Eigenschaften entweder nicht oder doch am wenigsten „blenden“, während diese völlige Vermischung der Merkmale um so unzweideutiger zu sein pflegt, je weniger die Eltern verwandt, je bessere „Bastarde“ sie also sind.

[6] A. Wesmael, *La fécondation au point de vue des croisements et des hybridations.* Gand 1863. S. 32—33.

wöhnlich des Wortes Hybride in dem weiteren Sinne bedienen, während die Bezeichnung Blendling von ihnen nur in ganz besonderen Fällen benutzt wird. Es wäre ja auch allzu unbequem, diese Unterscheidung durchzuführen, so lange es jedem Systematiker frei steht, Arten zu grösseren Arten zu verbinden oder umgekehrt Unterarten zu Arten zu erheben. Denn damit würden jedesmal die betreffenden Bastarde Blendlinge und die Blendlinge Bastarde werden.

Ich werde somit im Anschluss an die genannten Autoritäten das Wort Bastarde oder Hybriden in seiner allgemeinen Bedeutung benutzen. „Mischlinge“ hat dann denselben Sinn. Die Bezeichnung „Blendlinge“ benutze ich nur bei Formen, welche so allgemein als Varietäten aufgefasst werden, dass eine Verwechslung gar nicht zu befürchten ist.[1]

Die Bezeichnungen weitere und engere Verwandtschaft sind von den zur Zeit gerade herrschenden Artgrenzen unabhängig, und dürften einstweilen genügen. Nähere Angaben sollen stets nur so verstanden werden, dass sie zur rascheren Orientirung im Anschluss an die herrschenden Vorstellungen bestimmt sind. Den wirklichen Grad der Verwandtschaft zweier Formen kann man ja nur abschätzen, so lange nicht gerade Kreuzungsversuche eine sichere Entscheidung bringen.

Noch einen weiteren Punkt möchte ich hier betonen. Es scheint mir im höchsten Grade wichtig, die rein wissenschaftlichen Versuche über Bastardirungen den Studien an Gartenbastarden und spontanen Hybriden gegenüber in den Vordergrund zu stellen. Die grösste Schwierigkeit auf diesem ganzen Gebiete liegt wohl darin, dass man den Eltern zu wenig Aufmerksamkeit zu widmen pflegt. Man untersucht die Bastarde genau, macht es sich aber mit den Eltern meist viel bequemer. Aber es leuchtet ein, dass auch ihre Eigenschaften genau studirt werden sollten, und dass dieses Studium für die Kenntniss der verwandtschaftlichen Beziehungen der Bastarde zu den Eltern von gleich hoher Bedeutung ist. Die Variabilität der Eltern wurde bis jetzt viel zu wenig berücksichtigt, sowohl die eigentliche fluktuirende Variabilität als die systematische Poly-

[1] Die Bastarde bezeichne ich als $a \times b$, d. h. a befruchtet durch b, wobei also a die Mutter und b der Vater ist. Auch in dieser Beziehung herrscht viel Verwirrung, namentlich weil der Congress von 1867 in Paris in entgegengesetztem Sinne beschlossen hat. Jedoch wurde diese Bestimmung bereits von de Candolle zurückgewiesen. Vergl. auch die neueste Auflage des Lehrbuches von Warming und Johannsen: *Den almindelige Botanik.* Aufl. 1901. S. 677. Bei spontanen Bastarden oder solchen, deren Eltern man nicht aus einem Versuchsprotokolle kennt, ist es vorzuziehen, nicht $a \times b$, sondern $a + b$ oder $a - b$ zu schreiben, oder die Namen zu combiniren, wie z. B. in *Salix auritopurpurea.*

morphie oder der Reichthum an constanten Varietäten. (Vergl. den ersten Band, S. 33.) Erstere geht wohl selbstverständlich auf die Bastarde über, und in Bezug auf die letztere werden wir später eingehend die Gewohnheit der Gärtner besprechen, möglichst viele Varietäten einer Art zu derselben Kreuzung zu verwerthen, um dadurch sofort „sehr variable", d. h. formenreiche Bastardgenerationen zu erlangen.

Neben dieser schwachen Seite der bisherigen Bastardlehre möchte ich noch auf eine sehr gefährliche, mir aus eigener Erfahrung leider zu gut bekannte Fehlerquelle hinweisen. Sie ist diese, dass man, ohne es zu wissen, zu einer Bastardirung nicht reine Arten, sondern einen Bastard nimmt. Denn in sehr vielen Fällen kann man es einer Pflanze nicht ansehen, ob sie Bastard ist oder sortenrein. Die Folgen können aber offenbar ganz andere sein. Und wenn ein Versuch, wie es ja so oft vorkommt, bei der Wiederholung nicht dasselbe Resultat giebt, wie früher, so scheint mir die Möglichkeit, dass im einen oder im anderen Falle mit einem Bastard statt mit einer reinen Pflanze operirt wurde, in den meisten Fällen die nächstliegende zu sein. Viele auffallende Ausnahmen von den gewöhnlichen Regeln werden voraussichtlich in dieser Weise einmal ihre einfache Erklärung finden.

Ich werde mich daher bemühen diese „Bastarde von Bastarden", diese mehrfachen oder abgeleiteten Bastarde möglichst aus meiner Behandlung auszuscheiden, und in einem besonderen Kapitel für sich zu behandeln. Aber die Angaben der Verfasser reichen dazu bei Weitem nicht immer aus, und beim jetzigen Stande der Wissenschaft ist man wohl gezwungen, über manches Fragezeichen hinweg zu gehen.

§ 2. Die Eigenschaften der Bastarde sind auf diejenigen der Eltern beschränkt.

Eine vielfach ventilirte und sehr beliebte Frage ist diejenige nach der Erhöhung der Variabilität durch künstliche Bastardirungen. In der Praxis ist diese Erhöhung das gewöhnliche Ziel der Operationen, und manche Gartenpflanze, welche früher ganz starr und einförmig war, hat erst angefangen sich den Bedürfnissen des Gärtners zu fügen, nachdem sie mit einer verwandten Art gekreuzt wurde. Aber Variabilität ist ja ein vieldeutiger Begriff, und für eine wissenschaftliche Einsicht ist stets eine Analyse, oder doch eine Beschränkung auf diesem Gebiete erforderlich.

Die höchst variabelen Bastardrassen des Gartenbaues sind stets durch wiederholte, und oft durch vielfach wiederholte Kreuzungen erzielt worden und verdanken wohl gerade diesem Umstande ihren erstaunlichen Reichthum an Formen. Auf sie ist die allgemeine Ueberzeugung gegründet, dass Kreuzung die Variabilität erhöhe, aber ob diese Verallgemeinerung auch auf die einfachen Hybriden angewandt werden darf, scheint sehr fraglich.

Offenbar ist es aber eine ganz andere Frage, ob Bastarde im Stande sind, einfach durch die Operation der Kreuzung Eigenschaften hervorzubringen, welche ausserhalb des Formenkreises ihrer Eltern liegen. Dass durch wiederholte Kreuzungen fast alle denkbaren Verbindungen der elterlichen Merkmale erhalten werden können, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Aber darauf ist auch, nach der Ueberzeugung der erfahrendsten Praktiker, denen ich diese Frage persönlich vorgelegt habe, ihre Variabilität beschränkt. Die Gattungen *Amaryllis* (de Graaff), *Begonia* (Verlot), die berühmten Versuche von Naudin mit *Linaria* und vielen anderen Pflanzen, und eine Reihe weiterer Beispiele könnten als Belege für diesen Satz angeführt werden. Ebenso die Culturen von Alfred Bleu mit *Caladium*-Bastarden, welche bei dreissigjähriger Fortsetzung nur zwei unten zu erwähnende, scheinbare Ausnahmefälle boten. Auch Gärtner und Wichura sind derselben Ansicht, und bei den Handelsgärtnern gilt sie als die allgemeine Regel bei der Wahl der zu Kreuzungen zu verwendenden Sorten.

Wirklich neue Eigenschaften erzeugt die Kreuzung nicht.

Allerdings giebt es scheinbare Ausnahmen von dieser Regel, in denen die Hybriden den Formenkreis ihrer Eltern überschreiten, aber bei genauerer Betrachtung sprechen diese nicht gegen die Regel, sondern sind sie eher mehr oder weniger deutliche Bestätigungen. Die wichtigsten Fälle mögen somit hier zusammengestellt werden.

Eine erste sehr bekannte Ausnahme bildet die oft hervorgehobene excessive Kraft der Bastarde. Zwar scheinen die ziemlich wenigen Fälle, in denen diese Erscheinung beobachtet wurde, zu irgend welcher Verallgemeinerung keinen Grund abzugeben. *Ribes Gordonianum*, *Berberis stenophylla* und mehrere *Datura*-Bastarde sind bekannte Beispiele. Der erstere Hybride wächst überall in Anlagen und auch im hiesigen Garten äusserst viel kräftiger als seine beiden Eltern (*Ribes sanguineum* und *R. aureum*). Bei *Berberis stenophylla* fand Hurst, dass die grosse Ueppigkeit des Wuchses eine rein individuelle Erscheinung

ist, welche sich in den Nachkommen nicht wiederholt.[1] *Datura* (NAUDIN), Melonen (SAGERET), Erbsen, Weizen, *Pinus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Alnus* (KLOTZSCH), Aepfel (KNIGHT), Kohl (WIEGMANN) und viele andere Gattungen bieten Fälle von erstaunlichem Wuchs der Mischlinge. DARWIN hat von diesen und zahlreichen anderen Bastarden eine ausführliche Zusammenstellung gegeben; alle Experimentatoren waren, sagt er, von der wunderbaren Kraft, Höhe, Grösse, Lebensfähigkeit, früher Reife und Widerstandsfähigkeit ihrer Bastardproducte überrascht.[2] Bekannt ist KÖLREUTER's Ansicht, der hierin eine gewisse Compensation gegenüber der Sterilität der Hybriden suchte, und die Erwiderung GÄRTNER's, dass die grössere Ueppigkeit bisweilen auch an ganz fruchtbaren Bastarden (z. B. *Datura)* gefunden werde.

Alle diese Beispiele sind aber doch nur als Ausnahmen zu betrachten von der Regel, dass die Bastarde auch in ihrem Wuchs zwischen den Eltern stehen. Die Bastarde der Weiden waren nur in einem einzelnen Falle in WICHURA's ausführlichen Untersuchungen kräftiger als die Eltern,[3] und die zahlreichen spontanen Weiden-Bastarde, die ich selbst beobachtet habe, zeigten in ihrem Wuchse nichts Auffallendes. Viele weitere Beispiele könnte man anführen,[4] aber die Autoren heben in der Regel die fraglichen Punkte nur dann hervor, wenn der Wuchs ihnen besonders aufgefallen ist; war er ein normaler, so wird darüber nichts erwähnt. Ein grosser Factor dürfte hier die Methode der Cultur sein. Bekanntlich zog GÄRTNER die zu kreuzenden Pflanzen in Töpfen, da er die Operation selbst im Zimmer vornahm; er hatte also durchgehends die Elternarten in schwachen Exemplaren, während er andererseits den Bastarden alle mögliche Sorgfalt angedeihen liess. Dieser Einwand ist bereits von NÄGELI hervorgehoben worden. In meinen eigenen Culturen fanden die Kreuzungen nie im Zimmer oder im Glashause statt, sondern immer im Garten, und nur in einzelnen besonderen Fällen zog ich meine Pflanzen dazu in Töpfen. In weitaus den meisten Versuchen wuchsen sie frei im Garten, unter genau denselben Bedingungen in

---

[1] C. C. HURST, *Journ. Roy. Hort. Society.* Vol. XXIV. April 1900. S. 124—125.

[2] DARWIN, *Das Variiren der Pflanzen und Thiere.* Bd. II. 1868. S. 174.

[3] MAX WICHURA, *Die Bastarderzeugung im Pflanzenreich.* S. 31, 41 u. s. w. „Wirklich auffallend erschien mir nur das schnelle, üppige, übermässig wuchernde Wachsthum des sechsfachen, aus *S. viminalis, purpurea, Lapponum, Silesiaca, caprea, daphnoides* zusammengesetzten Bastardes."

[4] So sagt z. B. GODRON: „Les hybrides entre espèces de *Digitalis,* de Primevères etc., n'ont pas une stature plus élevée que leurs parents, et commencent leur floraison en même temps." *Mémoires de l'Academie de Stanislas.* 1862. S. 233.

Bezug auf Besonnung, Raum, Boden, Düngung, Bewässerung u. s. w. als ihre Nachkommen, und mit Ausnahme von *Datura* und einigen nicht ganz sicheren Fällen ist mir der Wuchs der Bastarde nie besonders aufgefallen.

Man hat oft behauptet, dass enge Verwandtschaft der Eltern eine Bedingung für das Luxuriiren der Bastarde sei, und in manchen Gattungen giebt diese Regel den Thatbestand genau wieder. So z. B. in Peter's Untersuchungen[1] über die Piloselloiden-Bastarde. Aber das völlig sterile *Ribes Gordonianum,* der Bastard zwischen *R. sanguineum* und *R. aureum* besitzt Eltern mit so geringer Verwandtschaft, dass eine Wiederholung der Kreuzung bis jetzt nicht gelungen ist, und wird dennoch wohl von keinem anderen Mischling an Ueppigkeit des Wuchses übertroffen. Und sehr viele Varietäten-Bastarde luxuriiren gar nicht. Hurst macht darauf aufmerksam, dass die Eltern von Gartenbastarden oft seltene Formen sind, welche durch die Art der Cultur, durch jahrelange vegetative Vermehrung oder Inzucht geschwächt sind, und dass in solchen Fällen eine Verbindung von Arten denselben günstigen Effect haben könnte, den Darwin für die Kreuzung von Individuen derselben Varietät, aber verschiedener Herkunft beschreibt.[2]

Den üppigen Bastarden gegenüber stehen die bei Weitem häufigeren Fälle, in denen die Hybriden individuell so schwach waren, dass sie nur mit der besten Pflege gross gebracht werden konnten, oder sogar regelmässig in der Jugend zu Grunde gingen. Von diesen bis zu den Bastardkeimen, welche es nie zu reifen Samen bringen, giebt es eine ganze Reihe von Uebergängen. Im Allgemeinen dürfte die Entwickelung um so kümmerlicher sein, je geringer die Verwandtschaft der Eltern, doch ist es selbstverständlich, dass es hier vielfache Ausnahmen geben muss, wenigstens so lange man den Grad der Verwandtschaft nicht besser beurtheilen kann, als beim jetzigen Stande der Wissenschaft.

Die grössere Ueppigkeit mancher Bastarde wird aber von keinem Forscher als eine besondere, neue Eigenschaft betrachtet. Vielmehr sind Alle der Ansicht, dass ihre Erklärung sich früher oder später aus der Art der Verbindung der elterlichen Eigenschaften ergeben wird. Und dasselbe gilt von denjenigen Fällen, in denen sonst die fluctuirende Variabilität diejenige der Eltern überschreitet. Beispiele dazu geben namentlich einige *Hieracium*-Bastarde aus der Section

[1] A. Peter. *Ueber spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung Hieracium sect. Piloselloidea.* Engler, Botan. Jahrbücher V. S. 203 und 226.

[2] Hurst, l. c. S. 124. Darwin, *Cross- and Selffertilisation of plants.* Bekannt ist Darwin's Ausspruch „A single cross restores the pristine vigour".

Pilosella. PETER nennt sie „überschreitende Merkmale“[1], und führt eine Reihe von Fällen an. Manche von ihnen treten nur in den Verhältnissen der Grösse und der Zahl hervor, indem die betreffenden Organe grösser oder zahlreicher sind als bei beiden Eltern, — aber von dieser Veränderung werden nur solche Merkmale berührt, welche in geringerem Grade auch durch Ernährung und Standort modificirt werden können, namentlich Blattgrösse, Stengelhöhe, Stolonenlänge, Reichthum der Verzweigung, also wohl dieselben Erscheinungen, welche auch sonst bei Bastarden das üppigere Wachsthum zusammensetzen. Die Eltern solcher luxurirenden *Hieracium*-Bastarde sind fast stets sehr enge verwandt, während eine von beiden eine vegetativ sehr kräftige Form ist; sehr selten verhält es sich umgekehrt und sind die Eltern fernstehende Formen von sehr complicirter Abstammungsformel. Aber auch in constanteren Merkmalen können die *Hieracium*-Bastarde die Grenzen ihrer Eltern überschreiten; dann sind aber die Ueberschreitungen meist geringe, wenn auch bisweilen sehr bezeichnende (z. B. *H. tardans* × und *H. thaumasium* ×). Sie betreffen längere Behaarung, stärkere oder geringere Beflockung, Auftreten von Stengelblattdrüsen, dunklere Farbe der Bracteen, bedeutendere Kopfgrösse und veränderte Blattform, und stellen, sofern sie ausserhalb des Gebietes der fluctuirenden Variabilität liegen, Merkmale vor, welche in der Reihe der Ahnen der jetzt lebenden Piloselloiden schon vielfach vorgekommen sein mögen. Sie gehören also zu den Erscheinungen des Atavismus, welche ich erst in einem späteren Paragraphen dieses Abschnittes behandeln werde.

Ausser PETER's schönen und sehr eingehenden Untersuchungen liegen nur wenige zuverlässige Angaben über Grenzüberschreitungen vor.[2] Sehr häufig gilt aber von den vorliegenden Beobachtungen der Ausspruch von MACFARLANE, dass eine genauere Kenntniss der Eltern die erste Bedingung für die Beurtheilung der Variabilität der Bastarde sei.[3]

Wirklich neue Eigenschaften treten an Bastarden höchst selten auf. Sie sind hier wohl eben so spärlich wie bei nichtgekreuzten Arten. Und dass unter den zahllosen Bastarden der Gartencultur einzelne Male neue Varietäten entstanden sind, kann nicht Wunder nehmen. Doch findet man sehr wenige gut beglaubigte Fälle. So theilt HILDEBRAND mit, dass unter seinen zahlreichen Bastarden in der Gattung *Oxalis* einmal eine weisse Varietät aus violetten Eltern

[1] a. a. O. S. 225.

[2] Einige weitere Beispiele sind von KERNER, im *Pflanzenleben* II. S. 565 zusammengestellt.

[3] *Transactions. Roy. Soc. Edinburgh.* 1892. S. 205.

hervorgegangen ist. Die Eltern waren *Oxalis hirta* und *O. canescens*, die erstere dunkel-, die letztere purpurviolett. Diese Kreuzung giebt in der Regel leuchtend rothe, also überschreitende Producte.[1] Und der erfahrene Züchter der *Caladium*-Bastarde, ALFRED BLEU in Paris, theilte mir bei meinem Besuche in seinen Gewächshäusern mit, dass in den dreissig Jahren seiner mit einer stattlichen Reihe von Arten in dieser Gattung angestellten Versuche keine anderen neuen Eigenschaften aufgetreten wären, als bunte und krausige Blätter, und auch diese nur sehr vereinzelt. Offenbar sind solche spontane Abänderungen keine Folgen der Kreuzungen, sondern nur solche, die auch ohne Kreuzungen, bei umfangreichen und wiederholten Aussaaten vorzukommen pflegen.

Sehr verbreitet ist auch die Meinung, dass Bastarde eine besondere Neigung haben würden, Monstrositäten hervorzubringen. Seitdem aber in dem letzten Jahrzehnt der Beweis geführt worden ist, dass auch diese anscheinend zufälligen Erscheinungen erblich sind und als Aeusserungen latenter oder semilatenter Anlagen betrachtet werden müssen,[2] bedarf der Thatbestand der an Bastarden beobachteten Anomalien offenbar eine Revision. Die Frage, ob die betreffenden Anlagen vielleicht von den Eltern ererbt waren, ist offenbar eine völlig berechtigte, aber leider kann die Entscheidung in den vorhandenen Literaturangaben meist nicht gefunden werden, und ist eine Wiederholung der Versuche das einzige Mittel, dazu zu gelangen. Dieser Weg ist aber offenbar ein sehr zeitraubender.

Ein Beispiel aus GÄRTNER's Versuchen möge zunächst angeführt werden. Er betont wiederholt (z. B. a. a. O. S. 342 und S. 351), dass *Lychnis vespertina* × *diurna* oft 6 Griffel habe statt 5. Aber auch die Eltern zeigen die nämliche Abweichung, wenn auch seltener. Ich habe eine verwandte Kreuzung ausgeführt, indem ich *Lychnis vespertina glabra* mit *L. diurna* befruchtete. Die Bastarde zeigten dieselbe Anomalie in der Anzahl der Griffel, aber bei der *L. vespertina glabra* fand ich diese bei genauer Inspection eines ziemlich grossen Beetes in gleichem Umfange zurück; es gab sogar einzelne Blüthen mit 7 Griffeln. In diesem Falle kann es also keinem Zweifel unterliegen, dass die Anomalie einfach von den Eltern oder von einem der Eltern ererbt wurde. Aehnlich dürfte es sich in den übrigen Fällen verhalten.

Im ersten Bande wurde bereits darauf hingewiesen, dass monströse

---

[1] HILDEBRAND, *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften*. Bd. 23. 1889. S. 544.

[2] Vergl. die im ersten Bande S. 339 citirte Literatur.

Abweichungen in Bastardrassen, wenn auch nicht gerade häufiger, doch auch keineswegs seltener vorkommen als bei reinen Arten (Bd. I, S. 336—351). Bei den zahlreichen Culturen von Hybriden in der Gattung *Oenothera* fand ich diese Regel stets bestätigt. Einige Monstrositäten traten in den Bastardculturen, andere in den reinen Arten etwas häufiger auf, doch muss solches offenbar dem Zufall zugeschrieben werden, und würde es sich bei fortgesetzter Cultur wohl anders verhalten. In mehreren Bastardrassen traten, wenn auch sehr selten, z. B. zweizählige Blüthen (Fig. 1) auf, so namentlich in der später ausführlich zu behandelnden aus *Oenothera Lamarckiana* × *O. cruciata varia.*[1]



Fig. 1. *Oenothera Lamarckiana* × *O. cruciata varia.* Eine zweizählige Blüthe ($K_2C_2M_5$) in der zweiten Generation dieses Bastardes entstanden.

Kölreuter erhielt aus der Kreuzung von *Digitalis lutea* und *D. obscura* eine monströse Pflanze. Morren fand an einem künstlichen Bastarde von *Calceolaria plantaginea* pelorische Blüthen.[2] *Brassica Napus* × *B. Rapa* bildet häufig Wurzelknospen. *Begonia phyllomaniaca* (= *B. manicata* + *incarnata)* führt ihren Namen wegen der zahlreichen Adventivknospen auf dem Stamme, und eine ähnliche Anomalie soll auch *B. prolifera (B. manicata* + *B. coccinea)* zeigen.[3] Unter den Bastardweiden kommen nicht selten Individuen vor, welche hermaphroditische Blüthen tragen, indem die Carpelle theilweise in Staubfäden, oder die letzteren theilweise in Carpelle umgebildet sind, und zwar in allen Abstufungen dieser merkwürdigen, auch in hiesiger Gegend nicht seltenen, und von mir seit vielen Jahren im botanischen Garten zu Amsterdam cultivirten Anomalie (Fig. 2). Nach Wichura und Kerner ist diese Monstrosität fast ausschliesslich auf Bastarde beschränkt und bei den reinen Weidenarten äusserst selten. Sie ist wohl offenbar ererbt, aber in ihren Aeusserungen in den

[1] Ueber eine dreizählige Blüthe von *O. biennis,* von Weisse beschrieben, vergl. Bd. I, S. 347.

[2] Peyritsch, *Zur Aetiologie pelorischer Blüthenbildungen.* Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1. März 1877. S. 113, Noten 4, 5 und 6.

[3] M. W. Beyerinck, *Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln.* Verh. K. Ned. Akad. v. Wet. 1886. S. 115—119.

Bastarden gefördert. Aehnlich dürfte es sich mit den gefüllten Blumen verhalten, welche nach GÄRTNER, CARRIÈRE und vielen anderen Autoren vorzugsweise bei Bastarden auftreten; auch hier wird wohl stets die Anlage, welche sich ja häufig nur in einzelnen Blüthen durch die Umbildung einzelner Staubfäden in ganz schmalen petaloiden Organen äussert, einfach in den Eltern übersehen worden sein.

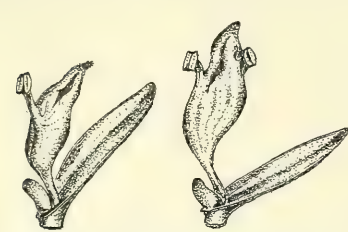


Fig. 2. *Salix aurita* ×. Geöffnete Fruchtknoten, in deren oberen Hälften man die offene Spalte sieht und welche seitlich 1—2 Antheren tragen. Am Fuss das Deckblatt und die Drüse. Nach einem lebenden Exemplar des botanischen Gartens in Amsterdam, April 1900.

Ich habe in diesem Paragraphen einige der wichtigsten Beispiele zusammengestellt, welche ich, abgesehen vom Atavismus, in der Literatur als Stützen für die Meinung habe auffinden können, dass bisweilen bei Kreuzungen neue, in den Eltern auch nicht als Anlagen vorhandene Eigenschaften auftreten.[1] Sie sprechen im Allgemeinen meiner Ansicht nach für die entgegengesetzte Meinung. Lassen sich auch einzelne Fälle, ohne weitere eingehende Untersuchung, bis jetzt nicht aufklären, so fehlt ihnen doch die genaue Kenntniss der Eltern, welche allein zu einem Schlusse berechtigen würde. „Der Glaube," sagt DARWIN, „dass Charaktere, welche in keinem von den beiden Erzeugern oder in deren Vorfahren vorhanden waren, häufig aus einer Kreuzung ihren Ursprung nehmen, ist zweifelhaft",[2] und meiner Meinung nach kann man es jetzt auch als sehr unwahrscheinlich hinstellen, dass sie gelegentlich oder doch öfter als bei reinen Befruchtungen so entstehen würden. Jedenfalls liegen keine Thatsachen vor, für welche nicht eine andere Erklärung die wahrscheinlichere wäre.

§ 3. Intermediäre, goneokline und einseitige Bastarde.

Bis auf die allerletzten Jahre haben die Forscher bei ihrem Studium gewöhnlich solche Bastarde in den Vordergrund gestellt, deren Eltern in einer ganzen Reihe von Differenzpunkten von ein-

[1] Weitere diesbezügliche Zusammenstellungen hat namentlich in der letzteren Zeit E. TSCHERMAK gegeben in seinen *Beiträgen über Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen*, Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich 1901. Vergl. namentlich S. 90—95.

[2] DARWIN, *Animals and plants under domestication.* 2. Aufl. 1875. II. S. 77. (S. 131 der deutschen Ausgabe 1868.)

ander unterschieden waren. Wir haben also die Frage in's Auge zu fassen, in wie weit in solchen complicirten Fällen sich das Princip der elementaren Eigenschaften anwenden lässt. Durchführen lässt es sich hier allerdings nicht; dazu sind selbstverständlich neue Experimente erforderlich, bei denen dieser Zweck besonders beachtet wird. Doch wird ein kritisches Studium uns lehren, dass die Eigenthümlichkeiten der Hybriden keineswegs aus einer einfachen Vermischung der Elterntypen zu erklären sind, sondern dass gar häufig die verschiedenen Eigenschaften an dem Bilde des Bastardes sich in verschiedener, oft in geradezu entgegengesetzter Weise betheiligen. Müssen wir also auch vorläufig auf eine genaue Analyse verzichten, so wollen wir doch versuchen dem Beweise des Satzes, dass den äusseren Merkmalen auch hier bestimmte innere Einheiten zu Grunde liegen, möglichst nahe zu kommen.

In Bezug auf ihre sichtbaren Eigenschaften werden Bastarde ganz allgemein als Mittelbildungen zwischen ihren Eltern bezeichnet. Richtiger wäre es allerdings, sie Zwischenbildungen zu nennen, denn der Ausdruck Mittelbildung erweckt nur zu leicht die Meinung, dass die Hybriden in allen Punkten mehr oder weniger genau die Mitte zwischen den Eltern hielten. Dem ist aber nicht so. Dabei sind zwei Methoden der Behandlung zu unterscheiden. Denn erstens kann man den Bastard als ein Ganzes betrachten, und als solches kann er häufig mehr dem einen als dem anderen seiner Eltern gleichen. Zweitens aber kann man die Kennzeichen der Bastarde je einzeln in Betracht ziehen und aus diesen das Mittel berechnen. Viele Bastarde gleichen in einigen Punkten dem Vater, in anderen der Mutter, und es kann vorkommen, dass diese beiden Richtungen einander das Gleichgewicht halten und die Summe also der Mitte zwischen den Eltern entspricht.

In diesen letzteren Fällen scheint es mir aber klar, dass die Analyse wichtiger ist als die Zusammenfassung. So lange die einzelnen Merkmale sich gleich verhalten, entweder mittlere sind, oder in demselben Sinne vom Mittel abweichen, kann man damit zufrieden sein, sie einstweilen nur als Ganzes zu behandeln. Sobald sie aber sich getrennt verhalten, nach verschiedenen Richtungen oder in ungleichem Maasse abweichen, scheint es mir unabweislich, sie als die Factoren zu betrachten, welche einzeln dem Studium zu unterwerfen sind. Für jeden Factor wäre zu erforschen, wie er sich verhält, und weshalb er sich so und nicht anders an den Erscheinungen betheiligt, und womöglich wären in verschiedenen Kreuzungen die nämlichen Factoren darauf zu prüfen, ob sie denselben Gesetzen folgen. Erst

wenn diese Gesetze für zahlreiche solche Einheiten ermittelt wären, würde es sich lohnen, die Combination vorzunehmen, und eine Erklärung der morphologischen Beziehungen eines solchen Bastards zu seinen Eltern aufzusuchen.

Augenblicklich herrscht auf diesem Gebiete eine äusserst unangenehme Verwirrung, aus der es kaum möglich ist, die Hauptzüge der Erscheinungen herauszufinden. Und wenn man dieses versucht, so wird man immer mehr gezwungen, die einzelnen Eigenschaften in den Vordergrund zu stellen, und somit die Frage, ob in einem und demselben Bastard Eigenschaften vorkommen können, welche sich einander entgegengesetzt verhalten, als Hauptzweck zu betrachten.

Die wichtigste Folgerung, welche sich aus der vorhandenen Literatur ergiebt, scheint mir diese, dass die sichtbaren Eigenschaften der Bastarde zwar in der Regel zwischen jenen der Eltern liegen, dass sie aber auf der Linie, welche diese beiden Extreme verbindet, jede beliebige Lage einnehmen können.[1] Ist dem so, so kann man drei Hauptgruppen unterscheiden, wobei es sich um die äusserlich sichtbaren und vorläufig wenigstens nicht um die inneren oder elementaren Eigenschaften handelt.

1. Die intermediären Bastarde, welche die Mitte zwischen beiden Eltern halten.

2. Die goneoklinen Bastarde, welche mehr zu dem einen oder dem anderen der Eltern hinneigen.[2]

3. Die einseitigen Bastarde, welche den Typus eines der beiden Eltern mit Ausschluss des entgegengesetzten führen.

Diese Eintheilung macht eine Sache sofort klar. Denn die Gruppen 1 und 3 würden bei schärfster Fassung nur einen bezw. zwei Punkte auf der soeben besprochenen Verbindungslinie vorstellen, während die Gruppe 2 nahezu deren ganze Länge einnehmen würde. Wollte

---

[1] Wichura, a. a. O. S. 51: Der Bastard ist eine zwischen den beiden Stammpflanzen stehende Bildung, „und darauf liegt, wie mir scheint, das Hauptgewicht, nicht darauf, ob er der einen oder der anderen der beiden Stammarten sich mehr oder weniger nähert". Zu derselben Ansicht gelangte auch Correns in einer schematischen Uebersicht der hier möglichen Fälle. Vergl. *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. XIX. 1901. Generalvers.-Heft S. 78.

[2] „Bastarde, welche zwischen den Stammarten nicht die Mitte halten, sondern in ihren Eigenschaften und Merkmalen der einen oder der anderen näher stehen, werden goneoklinisch (*γονεύς*, Erzeuger; *κλίνω*, hinneigen) genannt." Solche entstehen schon bei der erstmaligen Kreuzung. Aber die Kreuzung einfacher Bastarde mit ihren Eltern giebt auch Formen, welche zu der betreffenden Stammart mehr hinneigen, und welche man also von diesem Gesichtspunkte auch als goneoklin bezeichnen kann (Kerner, *Das Pflanzenleben.* II. S. 551). Im Obigen beschränke ich mich aber auf die einfachen Bastarde.

man die Definition so scharf nehmen, so wäre die Aussicht auf genau intermediäre, oder völlig einseitige Bastarde wohl eine sehr geringe. Aber wenn man auch bei der Schätzung einen etwas grösseren Spielraum lassen will, würden doch leicht die intermediären und die einseitigen Bastarde den goneoklinen gegenüber selten sein und sich als Ausnahmen verhalten. Dazu kommt, dass, wenn sich die Eltern in mehreren Hinsichten von einander unterscheiden, die einen Eigenthümlichkeiten in Bastarde intermediär oder einseitig erscheinen können, während andere sich anders verhalten.

Wir stossen hier auf eine sehr grosse und von den hervorragendsten Forschern zu wiederholten Malen betonte Schwierigkeit.[1] Diese liegt in der Abschätzung der Merkmale. Nur in ganz unzweideutigen Fällen lässt es sich mit der erforderlichen Objectivität bestimmen, ob ein Kennzeichen in einem Bastarde einseitig, goneoklin oder intermediär zwischen den Stammarten sei. Alles hängt davon ab, ob man die Gruppen der einseitigen und intermediären weit oder enge nimmt, und darüber kann offenbar ein jeder seine persönliche Ansicht haben. Auch lassen sich die hier in Betracht kommenden, meist feinen Unterschiede kaum genau in Worten ausdrücken, und zahlenmässige Angaben würden nur dann Werth haben, wenn sie nach der variationsstatistischen Methode, unter Berücksichtigung aller die fluctuirende Variabilität beeinflussenden Factoren, und auf Grund eines umfangreichen Materiales gemacht werden könnten.

Wie die Sache sich jetzt verhält, nennt der eine Forscher Vieles intermediär, was der andere zu der goneoklinen Gruppe rechnet, und ist auch die Reihe der einseitigen Bastarde für den einen eine viel grössere als für den anderen. Umgekehrt aber ist es für einen Leser meist nicht möglich, aus der Angabe, dass ein Bastard das eine oder das andere sei, sich eine klare Vorstellung über sein Verhalten zu machen.

Wichura stellt die aus einander gehenden Ansichten seiner Vorgänger und seine eigenen in so scharfer Weise zusammen, dass es sich lohnt, die betreffende Stelle hier wörtlich anzuführen.[2] Er citirt zunächst die folgenden Sätze aus Gärtner's Buch:[3] „In Beziehung auf die Beurtheilung der Typen, ob nämlich ein Bastard mehr der Mutter, oder mehr dem Vater ähnlich sei, hat die genaue Bestimmung in manchen Fällen grosse Schwierigkeiten, indem hier sehr Vieles

[1] Namentlich von Nägeli, *Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wiss.* 15. Dec. 1865. S. 423—431.

[2] Wichura, *Die Bastardbefruchtung.* S. 50.

[3] Gärtner, *Bastarderzeugung im Pflanzenreich.* S. 252.

auf die subjective Anschauung der Beobachtung ankommt; denn wegen der öfters vorkommenden Verschmelzung beider Charaktere findet der eine Beobachter in einem Bastard den mütterlichen, ein anderer aber den väterlichen vorherrschend.“ Ferner citirt Wichura aus Gärtner eine andere Stelle: „Kölreuter sieht die *Nicotiana rustica-paniculata* als den Ausdruck des vollkommenen Mittels von den beiden Elternpflanzen an; wir (Gärtner) können damit nicht übereinstimmen, sondern halten den Typus derselben der *N. paniculata* näher als der *rustica*, wegen des schlanken Wuchses, der zarten Verästelung, der mehr länglichen als herzförmigen Blätter, der kleineren conisch zugespitzten Frucht und den bedeutend kleineren Samen als bei der *N. rustica*.“ Ebenso verschieden ist die Ansicht des Typus des *Verbascum Lychniti-phoeniceum* von Kölreuter und Wiegmann. Diese beiden Beispiele beweisen ebenfalls, dass das Urtheil über die Form eines Bastardes in Beziehung auf seine Aehnlichkeit mit den Eltern sehr verschieden ausfallen kann, was wir schon oben bemerkt haben.[1]

Diesen Citaten gegenüber äussert sich nun Wichura selbst in der folgenden Weise: „In der That hängt hier alles von der subjectiven Beurtheilung ab. Möglich, dass ich mit Kölreuter in der *Nicotiana (rustica + paniculata)* das vollkommene Mittelding der Elternpflanzen erblicken, möglich, dass Gärtner in den Weidenbastarden, die ich für vollkommene Mittelbildungen halte, den überwiegenden Einfluss irgend einer typischen Species heraus erkannt haben würde: am Ende wäre der ganze Streit ein ziemlich unerheblicher.“

Unter solchen Umständen liegt es auf der Hand, dass mancher Leser aus den von einem Autor gegebenen Beschreibungen und Abbildungen zu anderen Folgerungen gelangt als ein anderer. Am besten ist es wohl, mit Wichura die Gruppe der intermediären Bastarde ziemlich weit zu nehmen, und nur in evidenten Fällen von goneoklinen Mischlingen zu reden, aber auch dann bleibt die Grenze eine willkürliche. Macfarlane betrachtet seine Bastarde stets als Mittelbildungen,[2] auch wenn ein Hinneigen zu einer der Stammarten in seinen Abbildungen auffällt.

Aehnliche Betrachtungen gelten auch für die Grenzen zwischen den goneoklinen und den einseitigen Bastarden.[3] Gärtner sagt,[4]

---

[1] Gärtner, a. a. O. S. 281.

[2] M. Macfarlane, *On the minute structure*, a. a. O.

[3] Ebenso sagt Correns: Homodyname (einseitige) und heterodyname (goneokline) Merkmalspaare halte ich jetzt nicht mehr für so scharf getrennt wie früher. *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. XIX. 1901. S. 213.

[4] Gärtner, a. a. O. S. 254.

„dass die Charaktere der Stammeltern niemals rein und unverändert in die Bildung des Bastardes übergehen.“ Und wenn von dieser Regel seitdem auch Ausnahmen gefunden worden sind, so scheint mir die Aehnlichkeit mit einem der beiden Eltern in manchen Fällen doch eine so auffallende, dass man ruhig die Gruppe der einseitigen Bastarde in nicht all zu kleiner Ausdehnung nehmen darf.

Bis jetzt habe ich soviel wie möglich die äusseren Eigenschaften in ihrem Gesammtverhalten betrachtet. Wir kommen nun aber zu der Frage, wie sich die einzelnen Merkmale in den Bastarden verbinden können. Die Erfahrung lehrt, und ich werde unten einige Beispiele davon anführen, dass gar häufig in demselben Mischling einige Eigenschaften intermediär, andere einseitig und wieder andere goneoklin, nach dem Vater oder nach der Mutter hinneigend sind. Hier kommt nun eine zweite grosse Schwierigkeit in's Spiel, nämlich die Werthschätzung der einzelnen Charaktere.[1] Das eine Merkmal fällt mehr auf als das andere; dem einen Forscher scheint diese Eigenschaft wichtiger als jene. Und je nach dem Standpunkte, den man einnimmt, wird man also die Summe als intermediär, als goneoklin oder als einseitig betrachten. Es hat dies offenbar so lange keine Bedeutung als die Beurtheilung der Werthigkeit noch erst in ihrem Anfange ist.[2] Soll man diese nach systematischen und phylogenetischen Gesichtspunkten behandeln, oder soll vielleicht eben das Verhalten bei den Kreuzungen selbst maassgebend sein?

Die erörterten Schwierigkeiten in der conventionellen Bestimmung der Grenzen zwischen intermediär, goneoklin und einseitig dürfen aber nicht von dem Studium der verschiedenen Grade abhalten, in denen sich die Bastarde von den Eltern, oder von deren Mitte entfernen. Und bei einem solchen Studium finden wir als die wichtigste Regel, dass die Eigenschaften um so mehr unverändert, d. h. also um so einseitiger auf die Bastarde übergehen, je näher sich die Eltern verwandt sind. Oder wie man es gewöhnlich ausdrückt, die Varietätsmerkmale gehen unverändert über; sie werden von der einen Stammart ererbt, während die Artmerkmale nur in mehr oder weniger stark geschwächtem Grade, oft auf die Hälfte reducirt, übermittelt werden.

---

[1] Hildebrand, *Jenaische Zeitschrift.* 1889. S. 542.

[2] Vergl. E. Tschermak in: *Beiträge über die Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung.* Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich. 1901, und in mehreren anderen Werken.

Ehe ich dazu schreite, das Gesagte an einigen auserwählten Beispielen zu erläutern, möchte ich jetzt noch die Methode erwähnen, nach der mehrere Forscher es versucht haben, die Verwandtschaftsgrade ihrer Bastarde zu den Stammeltern zahlenmässig auszudrücken.

In seinen vorzüglichen Untersuchungen über die Bastarde in der Gattung *Hieracium* hat Peter diese Methode folgendermaassen ausgearbeitet.[1] Für jede gekreuzte Sorte und jede Bastardform wurde eine Liste der äusserlich wahrnehmbaren Eigenschaften aufgestellt, in der neben den gemeinsamen Merkmalen der Eltern die intermediären, goneoklinen und einseitigen möglichst genau angegeben wurden. Aus der Gesammtzahl aller Merkmale und aus den Summen der genannten Merkmalkategorien berechnete sich dann der Procentsatz, welcher auf den Antheil jedes der beiden Eltern entfiel. So entstand eine Tabelle, in der für jeden Bastard der sich zu Gunsten der einen oder der anderen Elternform ergebende Ueberschuss der sichtbaren Eigenschaften angegeben ist. Diese Uebersicht umfasst 115 Bastarde; unter ihnen ist nur ein einziger verzeichnet als absolut intermediär, während alle anderen ein stärkeres oder schwächeres Hinneigen zu einem der beiden Eltern zeigen. Gruppiren wir die Bastarde nach den Graden dieses Uebergewichtes, so finden wir zwischen Vater und Mutter keinen Unterschied mehr, indem wir von der Mitte aus die Abweichungen bezw. Annäherungen an die Eltern auf eine Seite verlegen. Drücken wir ferner die Präponderanz des dominirenden Elters in Procenten aus, so erhalten wir die folgende Zahlenreihe.[2]

Anzahl der Bastarde.	Grade der Präponderanz im Bastard, des einen der Eltern über den anderen.	
1	0	Intermediäre Bastarde.
60	0—10	
31	10—20	Goneokline Bastarde.
13	20—30	
8	30—40	
2	40—50	Einseitige Bastarde.
Summa: 115		

Oder in Worten: In etwa der Hälfte der Fälle halten sich die beiden Eltern im Bastard ungefähr das Gleichgewicht (0—10 % Prä-

[1] A. Peter, *Ueber spontane und künstliche Bastarde der Gattung Hieracium sect. Piloselloidea.* Engler's Botan. Jahrbücher. V. S. 221. Vergl. auch die Tabelle auf S. 246—251.

[2] Da die nach beiden Richtungen vom Mittel fallenden Abweichungen zusammengerechnet sind, gehen die Procentzahlen nur von 0—50. Es bedeutet also 0, dass beide Eltern sich im Bastard das Gleichgewicht halten, 50, dass einer der Eltern den anderen völlig ausschliesst und die Zahlen zwischen 0 und 50 geben den Grad des Uebergewichtes des prävalenten Elters in Procenten an.

ponderanz nach beiden Seiten vom Mittel); in der anderen Hälfte sind die verschiedenen Grade des Vorwaltens um so seltener, je grösser sie sind.

Es ist sehr schwer, ein allgemeines Urtheil zu fällen, so lange ähnliche Untersuchungen nicht für andere Gattungen und Familien ausgeführt worden sind. Doch macht die vorhandene Literatur den Eindruck, dass die von PETER aufgestellten Regeln wenigstens in sehr zahlreichen anderen Fällen ihre Geltung behalten, und somit bis auf Weiteres als Muster hingestellt werden können.

C. CH. HURST hat nach derselben Methode zahlenmässige Berechnungen für Orchideenbastarde angestellt.[1] Er findet, dass sowohl in Gattungsbastarden (deren man bei den Orchideen etwa 150 verschiedene kennt) als in gewöhnlichen Artbastarden die Merkmale beider Eltern in der Regel zu etwa gleichen Theilen auf den Bastard übergehen, dass aber Abweichungen von dieser Norm vorkommen und zwar um so seltener, je grösser sie sind. Aber auch hier sind die Summirungen aus oft entgegengesetzten Einzelwerthen zusammengesetzt, und findet man, dass in einzelnen bestimmten Merkmalen bezw. Organen die beiden Eltern sich nur selten das Gleichgewicht halten, dass stets der eine oder der andere mehr oder weniger stark vorwaltet.

Aus den mitgetheilten und anderen ähnlichen Untersuchungen ergiebt sich somit, dass genau intermediäre und absolut einseitige Bastarde sehr selten sind, dass die intermediären im weiteren Sinne des Wortes die grösste Menge, vielleicht etwa die Hälfte ausmachen, und dass die schwächer und stärker goneoklinen zwischen diesen beiden Extremen vielleicht nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitslehre vertheilt sind.[2] Es kann solches

[1] C. CH. HURST, *Notes on some experiments in hybridisation and crossbreeding.* Journ. Roy. Hortic. Soc. April 1900. Vol. 24. S. 102, und MENDEL's *law and orchid hybrids,* a. a. O. April 1902. Vol. 26. S. 688.

[2] Die oben aus PETER's Tabelle abgeleiteten Zahlen stimmen mit dem Wahrscheinlichkeitsgesetze so genau überein, wie es bei einer solchen Versuchsreihe nur erwartet werden darf. Vertheilt man sie über die beiden Schenkel einer Curve, so lauten sie 1. 4. 6,5. 15,5. 30,5. 30,5. 15,5. 6,5. 4. 1. (Summe 115), während die Coefficienten von $(a + b)^9$, auf eine annähernd gleiche Summe (116) reducirt und in ganzen Zahlen ausgedrückt 1. 2. 8. 19. 28. 28. 19. 8. 2. 1 sind. Man erblickt die Uebereinstimmung vielleicht noch bequemer, wenn man von der letzteren Zahlenreihe die Hälfte nimmt, und die einzelnen Werthe verdoppelt, also 56. 38. 16. 4. 2 und diese mit PETER's Zahlen 60. 31. 13. 8. 2 vergleicht. Es deutet dieses darauf hin, dass die einzelnen Eigenschaften in diesen Bastarden unabhängig von einander gruppirt sind, und dass die physiologischen Gesetze, welche das Verhalten der Bastarde zu ihren Eltern beherrschen,

selbstverständlich nur von solchen Bastarden gelten, deren Eltern sich von einander in mehr als einer Eigenschaft, am besten in einer ziemlich bedeutenden Reihe von Merkmalen unterscheiden, denn bei einer zu geringen Anzahl von Differenzpunkten wird die Aussicht auf das Ueberwiegen des einen oder des anderen der Eltern offenbar zunehmen. Somit werden wir auch hier dazu geführt, das Studium der elementaren Eigenschaften in der Bastardlehre in den Vordergrund zu stellen.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen will ich jetzt eine Reihe von Beispielen aus der Literatur zusammenstellen und fange mit den intermediären Bastarden an, dabei diese Bezeichnung in seinem oben angedeuteten weiteren Sinne benutzend. Es gehören dazu somit, soweit es sich abschätzen lässt, etwa die Hälfte aller beschriebenen Bastarde.

Nach Wichura sind die Weidenbastarde, mit ganz seltenen Ausnahmen, stets Mittelbildungen zwischen ihren Eltern; sie neigen nicht deutlich zu der väterlichen oder zu der mütterlichen Stammart hin. Ebenso verhalten sich die Bastarde von *Luffa* und vielen anderen von Naudin studirten Gattungen.[1] *Geum intermedium (Geum urbanum* × *rivale)* ist eine constante, zwischen den Eltern nach den meisten Forschern die Mitte haltende Form, wenn sie auch nach Godron etwas mehr dem *G. rivale* ähnlich ist.[2] Sehr ausführlich wurde *Drosera filiformis* × *D. intermedia* von Macfarlane studirt.[3] Es ist ein schöner, in allen Hinsichten intermediärer Bastard, in welchem aber dennoch ein Vorwiegen des Vaters nicht ganz ausgeschlossen ist. *Ribes nigrum* × *Grossularia* ist nach Wilson intermediär zwischen den Eltern, hat aber keine Spur von dem Geruch des ersteren und wird von den Raupen von *Zerene grossulariata* gefressen, während die Mutter immun ist.[4] Sehr bekannt ist die Abbildung von *Primula pubescens* = *P. Auricula* × *P. hirsuta*, nebst ihren beiden Eltern in Kerner's

---

somit nicht an der Gesammtheit der Merkmale, sondern an den einzelnen Eigenschaften studirt werden müssen. Weitere Untersuchungen zur Bestätigung dieses Satzes scheinen mir sehr erwünscht, werden aber äusserst umfangreiche Versuchsreihen erfordern.

[1] C. Naudin, *Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle.* Paris 1869.

[2] Godron, *Mémoires de l'Académie de Stanislas.* Nancy 1865. p. 347—348.

[3] J. Muirhead Macfarlane, *Publications of the University of Pennsylvania.* Bot. Vol. II. No. 1. 1898. S. 87, und Journ. Roy. Hortic. Soc. Vol. 24, April 1900. S. 248.

[4] J. H. Wilson, *The structure of some new hybrids.* Journ. Roy. Hortic. Soc. Vol. 24, April 1900. S. 146. Hier eine Reihe weiterer Beispiele mit Abbildungen.

Pflanzenleben (Bd. II. S. 558).[1] Ebenso *Phaseolus vulgaris* × *P. multiflorus,* der von MENDEL gemacht und später von KÖRNICKE zufällig aufgefunden wurde;[2] dieser Bastard entstand im Jahre 1887 in meinen Culturen in einigen wenigen Exemplaren, welche gut mit der von den citirten Forschern gegebenen Beschreibung übereinstimmten.

In Bezug auf den anatomischen Bau sind die Bastarde wohl zuerst von VON WETTSTEIN,[3] später von BRANDZA und anderen Forschern, am eingehendsten aber von MACFARLANE[4] untersucht worden. Dieser hervorragende Forscher giebt eine sehr ausführliche anatomische Vergleichung von einer grösseren Reihe von Bastarden mit ihren Eltern, und findet sie im Allgemeinen intermediär, namentlich überall dort, wo es sich um Zahl und Grösse der Organe handelt. Aus seiner Arbeit nenne ich *Philageria Veitchii (= Philesia buxifolia + Lapageria rosea), Dianthus Grievei (= D. alpinus + D. barbatus), Geum intermedium (= G. urbanum × G. rivale)* und *Saxifraga Andrewsii (= S. Geum + S. Aizoon).*[5]

Aber auch hier giebt es in nicht wenigen Fällen Ausnahmen, d. h. eine mehr oder weniger starke Präpotenz des einen der Eltern.[6] Ich führe als Beispiel den soeben genannten *Philageria*-Bastard an.[7] In der Form der Oberhautzellen der Oberseite der Blätter herrscht oft *P. buxifolia* vor, wegen der dicken und wenig geschlängelten Wände, aber an einzelnen Stellen verschwindet dieses Uebergewicht und scheinen die beiden Eltern sich in gleichem Maasse am Bastard zu betheiligen. Die unterseitige Epidermis ist meist ziemlich genau intermediär, doch sind in den beigegebenen Figuren die Stomata mehr nach der Art der *Lapageria* als nach dem Modus der *Philesia* mit den übrigen Zellen verbunden.

Die goneoklinen Bastarde nannte GÄRTNER decidirte Typen, weil sie entweder dem Vater oder der Mutter glichen. Als solche nennt er (a. a. O. S. 286) z. B. *Mirabilis Jalapa* × *longiflora* und *Nicotiana paniculata* × *vincaeflora,* welche dem Vater, dagegen *Lychnis diurna* × *Flos cuculi, Dianthus barbatus* × *prolifer* und *Nicotiana quadrivalvis* × *glutinosa,* welche der Mutter ähnlich waren. Aus den Untersuchungen von

[1] KERNER, a. a. O. giebt weitere Beispiele intermediärer Bastarde. S. 550—556.

[2] Vergl. FOCKE, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 111—112.

[3] R. v. WETTSTEIN, *Ueber die Verwertung anatomischer Merkmale zur Erkennung hybrider Pflanzen.* Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wiss. Wien, Nov. 1887.

[4] J. M. MACFARLANE, *The minute structure of plant hybrids.* Transactions Roy. Soc. Edinburgh 1892, mit 8 Tafeln.

[5] Ueber die Bedeutung der Zeichen × und + vergl. oben S. 10.

[6] MACFARLANE, l. c. S. 207.

[7] l. c. S. 214—215, und Tafel III, Fig. 4—9.

WICHURA nenne ich ferner *Salix Arbuscula* × *purpurea.* Diese bildete die einzige Ausnahme von der Regel der Mittelbildungen. Zwar war sie in den Blättern noch ein vollständiges Mittelding zwischen den Stammarten, im Wuchs jedoch hatte sie nichts mit den gerade aufgerichteten Zweigen der *S. purpurea* gemein, vielmehr lag sie völlig niedergestreckt am Boden, wie die *S. Arbuscula.* Alle acht von WICHURA erzeugten Exemplare verhielten sich dabei in derselben Weise (a. a. O. S. 47).

Aus meinen eigenen Beobachtungen führe ich hier einen ausgesprochen goneoklinen Bastard an, den ich durch Kreuzung von *Oenothera muricata* mit *O. Lamarckiana* gewann.

O. muricata ist eine bei uns häufige, wild wachsende, constante und sowohl durch die Beobachtung im Freien als durch die Cultur im Versuchsgarten durchaus bekannte Art, von der ich die Samen, Blüthen und Pflanzen zu meinen Culturen stets an solchen Stellen der Küstengegend meines Vaterlandes eingesammelt habe, wo nur diese Art von *Oenothera* vorkam, wo also die Reinheit der Herkunft völlig gesichert war. Die *Lamarckiana*-Blüthen zu diesen Versuchen entnahm ich den im ersten Bande beschriebenen reinen Familien.

Oenothera muricata und *O. Lamarckiana* habe ich dreimal gekreuzt, das erste Mal im Jahre 1894, die beiden andern im Sommer 1899. Dabei erhielt ich stets nur eine einzige Bastardform, welche in allen Individuen der drei Versuche sehr genau dieselbe war (Fig. 3 und 4).

Im August 1894 wurden drei Pflanzen von *O. Lamarckiana* castrirt, und unter Ausschluss des Insektenbesuches mittels Pergaminbeuteln, mit dem Staube von im Freien eingesammelten Blüthen von *O. muricata* belegt. Von jeder Mutter säte ich im nächsten Frühling eine Samenprobe, und erhielt etwa 200 Pflanzen, welche theilweise nur Rosetten von Wurzelblättern bildeten, theilweise Stengel trieben und zum Blühen gelangten. Bei fast täglicher Beobachtung zeigten sich keine Differenzen in den Merkmalen dieser Pflanzen. Da die einjährigen Individuen keine Früchte reiften und die Rosetten im Winter eingingen, habe ich die Aussaat mit einer neuen Probe der Bastardsamen von 1894 im Jahre 1897 wiederholt, indem ich jetzt nicht auf dem Beete aussäte, sondern im Gewächshaus. Die jungen Pflanzen wurden einzeln in Töpfe mit stark gedüngter Erde gesetzt und Anfang Juli auf das Beet gebracht. Dennoch fingen sie wiederum zu spät an zu blühen, und reiften sie keine Samen. Es waren 60 meist reich verzweigte Exemplare, von denen mehrere im September und October üppig blühten; sie bildeten ein höchst einförmiges Beet von ganz eigenem Aussehen.

In den beiden Kreuzungen von 1899 war wiederum *O. Lamarckiana* die Mutter. Im esteren Versuche wurden zwei Exemplare aus meiner Rasse castrirt, im letzteren eine Pflanze aus käuflichem Samen. Die Ernte wurde getrennt gesammelt und mit möglichst grosser Sorge ausgesät. Die Keimpflanzen waren, wie beim ersten Versuch, schmalblättrig und gelblich. Etwa die Hälfte war so schwach,





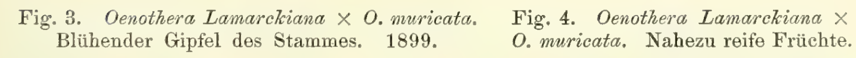


Fig. 3. *Oenothera Lamarckiana* × *O. muricata.* Blühender Gipfel des Stammes. 1899.

Fig. 4. *Oenothera Lamarckiana* × *O. muricata.* Nahezu reife Früchte.

dass sie nach der Entfaltung von einem oder einigen wenigen Blättern zu Grunde gingen, die übrigen wurden ausgepflanzt. Die Anzahl der letzteren betrug im ersten Versuch etwa 130, im letzten etwas über 100. Von diesen blühten im September 85 und 64 Exemplare; die übrigen blieben Rosetten von Wurzelblättern oder trieben ihren Stengel zu spät im Sommer. Von dem zweiten Versuch wurde 1901 noch eine weitere Probe ausgesät, welche 46 theils blühende, theils

sich zu spät entwickelnde Pflanzen lieferten. Im Ganzen also nahezu 300 Exemplare, welche Anzahl in Verbindung mit denen der Jahre 1895 und 1897 wohl ausreicht, um die Bastardgeneration als eine durchaus monotype bezeichnen zu dürfen.

Die Figuren 3 und 4 geben ein Bild von diesem Typus. Die Pflanzen sind niedriger als die beiden Mutterarten, was aber wohl nur daher rührt, dass sie im Allgemeinen mehr gelblich als grünlich sind, und daher zu wenig Chlorophyll besitzen. Sie erreichen kaum die Höhe von einem Meter, und dementsprechend sind die Inflorescenzen arm an Blüthen und die Blüthen selbst klein[1]. In Bezug auf die eigentlichen Merkmale sind zunächst die Blätter schmal, nur wenig breiter als bei *O. muricata,* mit buchtigem Rande und meist ohne Buckeln. Ebenso die Bracteen der Inflorescenz. Stengel und Früchte mehr oder weniger behaart, oft röthlich. Derselbe Farbenton auf den Kelchen und den jungen Internodien. Die Kelchzipfel erreichen $^2/_3$ der Länge der Röhre, oder weniger. Die Staubfäden sind von der Höhe der Kronenblätter; die Narben zwischen ihnen liegend, sich wenig öffnend, Selbstbefruchtung oft schon vor dem Oeffnen der Blüthe herbeiführend, wie bei *O. muricata.* Früchte dünn, meist nur etwa 4 mm dick bei einer Länge von etwa 20—25 mm (Fig. 4), also dünner als bei den beiden Eltern.

Sehr typisch ist das in Fig. 3 dargestellte Nutiren der blühenden Sprossgipfel, eine für *O. muricata* so durchaus charakteristische Eigenschaft. Deutlich an den einzelnen Exemplaren, fällt diese Erscheinung auf den Beeten, wo alle Sprossgipfel nach derselben Seite überneigen, sehr stark auf.

Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, fehlen dem Bastard die Hauptmerkmale der *O. Lamarckiana,* welche in der Tracht und in der Grösse der Blumen liegen. Dagegen herrschen in den Blättern und Früchten die Eigenschaften der *O. muricata* vor. Für eine richtige Analyse würde man aber unbedingt die zweite Generation brauchen,[1] und diese habe ich noch nicht erzogen.

Wir kommen jetzt zu den einseitigen Bastarden, und fassen diese Gruppe zunächst in dem weiteren Sinne des Wortes auf. *Hymenocallis, Lilium, Billbergia* und *Nicotiana* liefern hier die älteren Beispiele, denen sich aus Peter's Untersuchungen einige *Hieracium*-Bastarde anreihen lassen. Fasst man die Gruppe sehr eng, so enthält sie nur die von Millardet beschriebenen Hybriden von *Fragaria* und einigen

[1] Verwandte Culturen lehren, wie wir später sehen werden, dass diese Differenzen sich in der nächsten Generation ausgleichen können.

anderen Gattungen, die von Hurst zusammengestellten Orchideen-Mischlinge und eine grössere Reihe von Varietätbastarden. Es lohnt sich, diesen extremen Fällen eine etwas eingehendere Besprechung zu widmen.

Ehe ich dazu übergehe, gebe ich eine Beschreibung eines sehr typischen einseitigen Bastardes, den ich durch die Kreuzung von zwei nächstverwandten Arten von *Oenothera* gewonnen habe. Der Mischling von *Oenothera biennis* und *O. Lamarckiana* gleicht der ersteren Art so stark, dass man beide kaum von einander unterscheiden kann. Ich habe diese Kreuzung theils im Jahre 1894, theils im Sommer 1899, und im letzteren Jahr theils mit *O. Lamarckiana* aus meinen eigenen Culturen, theils mit derselben Art aus käuflichem Samen ausgeführt. Stets wählte ich die *O. Lamarckiana* als Mutter. Den Blüthenstaub nahm ich im ersteren Jahre von im Freien eingesammelten Blüthen,[1] im letzteren von meinen Culturen. Die Bastarde waren einförmig, und sowohl im Rosettenalter als während der Blüthe und der Fruchtreife der *O. biennis* zum Verwechseln ähnlich. Ich hatte im Jahre 1895 etwa 50 blühende Pflanzen, im Sommer 1899 aus den beiden Versuchen deren etwa 70 + 60, im Ganzen also etwa 180 blühende Exemplare, nebst einigen jüngeren Stengeln und einigen Rosetten (zweijährigen Individuen). Unterschiede kamen vor, waren aber nicht so erheblich oder so deutlich, dass davon eine Beschreibung entworfen werden könnte.

Im Sommer 1895 erntete ich, nach künstlicher Selbstbefruchtung, einige Samen und hatte aus diesen im Jahre 1896 die zweite Generation. Sie wiederholte in etwa 50 Pflanzen nur die Merkmale der ersteren.

Millardet hat mit verschiedenen wildwachsenden Arten und cultivirten Sorten von Erdbeeren Kreuzungen ausgeführt, und dabei fast ausnahmslos Bastarde vom Typus der Mutter erhalten.[2] Nur von *Fragaria Hautbois* × *Globe* kam neben 14 mütterlichen ein väterlicher,

---

[1] d. h. wie immer, aus den noch nicht geöffneten Knospen.

[2] A. Millardet, *Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation*, Mém. Soc. Sc. phys. et nat. de Bordeaux. T. IV. (4. Serie.) 1894. Millardet nennt diese Bastarde, welche nur dem einen der Eltern mit völligem Ausschluss des anderen gleichen, und sich in ihren Nachkommen gleich bleiben, falsche Bastarde, und in meinen beiden vorläufigen Mittheilungen über das Spaltungsgesetz der Bastarde und über erbungleiche Kreuzungen (Berichte d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. 1900. Heft 3 und Heft 9) habe ich diese Bezeichnung in derselben Weise verwendet. Von competenter Seite sind dagegen aber Beschwerden erhoben, in denen man behauptete, dass es besser sei, den Begriff der unechten Bastarde nicht zu erweitern. Auch hat inzwischen Webber den Namen falsche

und von *F. alpina* × *Ananas* neben 79 der ersteren ein einziger der letzteren Form vor.[1] Vierzehn weitere Kreuzungen gaben auf 76 Hybriden nur den mütterlichen Typus. Diese Bastarde waren bei Selbstbefruchtung in der Regel constant. Die Arten *Fragaria virginiana*, *F. chiloensis* und *F. Grayana* geben aber Bastarde, in denen die Merkmale der beiden Eltern vermischt beobachtet werden. Auch in den Gattungen *Vitis* und *Rubus* gelang es MILLARDET solche völlig einseitige Bastarde zu erhalten.

HURST giebt eine Zusammenstellung von zehn Bastarden in der Familie der Orchideen, welche gleichfalls völlig einseitig waren, und keine Spur der Merkmale des einen der Eltern zeigten.[2] In MILLARDET's Versuchen waren es vorwiegend die Mütter, zu denen die Bastarde hinneigten, bei den fraglichen Orchideen war solches ausschliesslich der Fall. In einigen Kreuzungen handelte es sich allerdings nur um wenige Bastardexemplare, in anderen aber um sehr zahlreiche, bis weit über 300, welche alle diese auffallende Einseitigkeit zur Schau trugen. Die Versuche waren aber nicht von HURST selbst angestellt, sondern zumeist von Handelsgärtnern; die Gefahr einer zufälligen Selbstbefruchtung schien aber in genügender Weise ausgeschlossen. Die meisten dieser Kreuzungen fanden zwischen Arten verschiedener Gattungen statt. Die Aehnlichkeit mit der Mutter war eine so vollständige, dass HURST die Vermuthung äussert, dass es sich um Parthenogenesis wie bei *Antennaria alpina* oder um Adventivembryonen wie bei *Citrus* und *Funkia* zu handeln scheine, welche dann, ähnlich wie bei *Coelebogyne*, sich bei misslungener Kreuzungsbefruchtung entwickelt hätten. Namentlich gilt diese Vermuthung dem Fall, wo auch die reciproke Kreuzung ausgeführt wurde (*Laelia harpophylla* × *Paphio-*

Bastarde auf die bei Kreuzungen von *Citrus* aus den adventiven Embryonen entstehenden, der Mutter gleichen Individuen angewandt, und Andere haben sich diesem Gebrauch angeschlossen. (Hybrid Conference Report, Journ. Roy. Hortic. Soc. April 1900. S. 132—136). Vergl. auch C. CH. HURST, a. a. O. S. 104 und A. GIARD in: *Comptes rendus de la Société biologique de Paris.* 4. Nov. 1899.

[1] Vergl. über die Möglichkeit von Fehlerquellen: *Berichte d. d. bot. Ges.* 1901. S. 219.

[2] C. CH. HURST, *Notes on some experiments in hybridisation and cross-breeding.* Hybrid Conference 1899 Report; Journ. Roy. Hortic. Society. Vol. 24, April 1900. S. 104. Die Kreuzungen sind: *Zygopetalum Mackayi* × *Odontoglossum nobile;* dieselbe Mutter mit anderen Arten von *Odontoglossum*, wie *O. crispum*, *O. grande* und *O. bictonense*, mit *Lycaste Skinnerii* und mit *Oncidium unguiculatum.* Ferner *Epidendrum O'Brienianum* (×) × *Dendrobium cristallinum*, *Phragmipedilum longifolium* × *Paphiopedilum Stonii*, und *Phragmipedilum Sedenii* × *Paphiopedilum Stonei.*

pedilum villosum), und wo jedesmal die mütterlichen Merkmale mit Ausschluss der väterlichen auf den Bastard übertragen wurden.[1]

Einseitig ist schliesslich eine ganz bedeutende Reihe von Kreuzungsprodukten von sogenannten Varietäten. In der Regel waltet dabei das Merkmal der Art, falls diese mit einer ihrer Varietäten verbunden wurde, im Bastard vor, so z. B. wenn weissblühende Varietäten mit ihren blauen oder rothen Stammarten gekreuzt werden. Fasst man die Gruppe der einseitigen Bastarde nicht zu enge, so zeigt es sich auf den ersten Blick, dass alle hybriden Individuen einer Kreuzung unter sich gleich sind, und nur in den Schranken der gewöhnlichen fluctuirenden Variabilität von einander abweichen. Aber eine genauere Prüfung ergiebt auch hier, dass die Einseitigkeit nur eine relative ist, und dass die Bastarde, im Mittel aus grösseren Gruppen, dem Mittelwerthe der prävalenten Elternart nicht absolut gleich zu sein brauchen.[2]

In der Praxis ist es unzweckmässig, die Grenzen der einseitigen, sowie der intermediären Bastarde gegenüber den goneoklinen zu enge zu fassen, da ja Differenzen in den Auffassungen der verschiedenen Autoren stets vorkommen und überall unvermeidlich sind, wo die Hybriden nicht durch umständliche variationsstatistische Untersuchungen mit ihren Eltern verglichen wurden.

Als Schluss dieses ganzen Paragraphen sehen wir also, dass im Bilde des Bastardes sich nicht die beiden Elterntypen als Einheiten vermischen, sondern dass sie sich als zusammengesetzte Werthe ergeben, deren einzelne Componenten an jenem Bilde einen sehr verschiedenen Antheil nehmen können.

4. Die Präpotenz der phylogenetisch älteren Eigenschaften.

Getreide-Kreuzungen sind von hervorragenden Forschern theilweise mit praktischen Zwecken, theilweise in der Hoffnung gemacht worden, „aus dem Verhalten der folgenden Generationen einigen Anhalt zu bekommen zur Beurtheilung der genetischen Entwickelung“ der einzelnen Formen. In seinen berühmten Untersuchungen über die „Kreuzungsprodukte landwirthschaftlicher Kulturpflanzen“ hebt Rimpau diesen Zweck nahezu bei jeder einzelnen Versuchs-

[1] Diese letzteren Angaben, deren Urheber nicht genannt wird, scheinen auch deshalb fraglich, weil die beiden Eltern zu verschiedenen Unterfamilien gerechnet werden.

[2] Vergl. hierzu den im nächsten Abschnitt zu beschreibenden Versuch mit *Hyoscyamus.*

reihe hervor.[1] Die Beobachtungen an den Bastarden sind für ihn „ein Argument — selbstverständlich kein Beweis" in der Frage, welche von zwei verwandten Sorten die ältere, und welche die jüngere sei.

Dieselbe hohe Auffassung der Ziele des Bastardirens finden wir bei den meisten Forschern, bald mehr, bald weniger klar ausgesprochen wieder. Und dieses sowohl auf botanischem als auf zoologischem Gebiete. STANDFUSS leitet aus seinen bahnbrechenden Kreuzungsversuchen mit verschiedenen Insecten, namentlich aus den Schmetterlings-Gattungen *Smerinthus*, *Bombyx*, *Saturnia* u. s. w., als das erste und ausschlaggebendste Gesetz über den morphologischen Charakter der Hybriden „das Vorwiegen des Gepräges der phylogenetisch älteren Art" ab.[2] Der Bastard steht der erdgeschichtlich älteren Art näher als der jüngeren.[3] Ihm folgte namentlich ERIC MORY in dem Studium der Bastarde des Sphingiden-Genus *Deilephila*.[4]

Dass die älteren Merkmale wenigstens oft und in hohem Grade bei den Bastarden von Thieren und Pflanzen prädominiren, war auch den älteren Forschern bereits aufgefallen und wurde namentlich auch von GÄRTNER (z. B. a. a. O. S. 233) hervorgehoben, und auch den Thierzüchtern ist es bekannt, dass bei Kreuzungen die älteren Formen stärker wirken als die jüngeren.[5]

Die einschlägigen Erfahrungen lassen sich in zwei Gruppen zusammenstellen, je nachdem es sich um Merkmale handelt, welche bei einem der beiden Eltern sichtbar sind, oder um solche, welche in ihnen nur verborgen vorhanden sind. Im letzteren Falle spricht man von Atavismus; diesen werden wir erst im folgenden Paragraphen besprechen.

Selbstverständlich beschränke ich mich auch hier auf die botanische Seite der Frage, aber die Schlüsse sind, soweit ich solches ermitteln konnte, dieselben wie auf zoologischem Gebiete. Hier wie dort ist die Hauptschwierigkeit, dass man in den meisten Fällen nur mit einem grösseren oder geringeren Grade von Wahrscheinlichkeit

---

[1] W. RIMPAU, *Kreuzungsprodukte landwirthschaftlicher Culturpflanzen.* Landwirthsch. Jahrbücher. 1891. S. 25, 31 u. a. a. S. des Sonderabdruckes.

[2] M. STANDFUSS, *Experimentelle zoologische Studien.* Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. 1898. S. 23 des Sonderabdruckes, und an anderen Stellen. Derselbe in „*The Entomologist*". May 1895, und *Bull. Soc. entomologique de France.* 1901. Nr. 4.

[3] Vergl. auch M. STANDFUSS, *Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge.* Zürich 1896.

[4] ERICH MORY, *Mittheilungen d. schweiz. entomol. Gesellsch.* Bd. 10, Heft 8.

[5] Vergl. z. B. *Naturwiss. Wochenschrift.* Bd. XIV, Nr. 24. 1899. S. 278.

entscheiden kann, welcher von zwei gekreuzten Typen der ältere sei. Manchmal ist solches allerdings, unserer allgemeinen Auffassung des Fortschrittes in der organischen Welt entsprechend, „evident"; manchmal kann uns die Analogie aber auch täuschen. Es handelt sich somit hier bei Weitem nicht um ein Gesetz. Es giebt viele Ausnahmen. Allerdings liegt die Vermuthung nahe, dass diese, wenigstens oft, nur scheinbare sind, und bei einer tieferen Kenntniss der fraglichen verwandtschaftlichen Beziehungen verschwinden würden. Aber beim jetzigen Stande der Wissenschaft müssen wir uns hier darauf beschränken, sie als Ausnahmen vorzuführen.

Das schönste Beispiel des Vorwaltens der phylogenetisch älteren Eigenschaften bilden wohl die von Hurst beschriebenen Orchideen-Bastarde der Gattung *Epidendrum.*[1] Es handelt sich hier namentlich um *E. radicans,* eine schlanke, dünnstengelige, nicht knollenartig verdickte Art. Wird diese mit Formen aus den verwandten, knollenbildenden Gattungen *Laelia, Cattleya* oder *Sophronitis* gekreuzt, so ist die einfachere und offenbar ältere Tracht des *Epidendrum* stets präpotent über die stärker differenzirten Formen jener höheren Gattungen. Man kennt nur sieben Kreuzungen zwischen *Epidendrum* und den drei genannten Gattungen; in allen war *Epidendrum* der Vater und zeigten die Bastarde, neben dessen Merkmalen, in untergeordneten specifischen oder Varietätseigenschaften den Einfluss der Mutter doch noch so weit, dass über die Thatsache der Bastardirung kein Zweifel obwalten kann.[2]

Ein zweites Beispiel liefert *Citrus trifoliata* in ihren Kreuzungen mit den cultivirten Arten von *Citrus,* da die offenbar älteren dreizähligen Blätter der genannten Art stets über die einfachen Blätter mit ihrem sogenannten geflügelten Blattstiel prädominiren. Webber,[3] der seit dem Jahre 1893 etwa 2000 *Citrus*-Bastarde gemacht hat, giebt hierüber sehr ausführliche Mittheilungen. Ist die cultivirte Art die Mutter, und *Citrus trifoliata* der Vater, so kann man an diesem Merkmal die echten Bastarde von den falschen unterscheiden, d. h. von den Pflanzen, welche aus Adventiv-Embryonen hervorgegangen

[1] *Journ. Roy. Hortic. Soc.* April 1900. S. 104.

[2] Die Bastarde sind: *Epiphronitis Veitchii* (= *Sophronitis grandiflora* × *Epid. radicans*), *Epi-Cattleya matutina* (= *Cattleya Bowringiana* × *E. r.*), *Epi-Laelia radico-purpurata* (= *Laelia purpurata* × *E. r.*), *Epi-Laelia Charlesworthii* (= *Laelia cinnabarina* × *E. r.*), *Epi-Cattleya* Mrs. *James O'Brien* (= *Cattleya Bowringiana* × *Epidendrum O'Brienianum,* welch' letzterer selbst ein Bastard von *Epid. evectum* × *E. radicans* ist) und *Epi-Laelia heatonensis* (= *Laelia cinnabarina* × *E. O'Brienianum*).

[3] J. H. Webber, *Journ. Roy. Hort. Soc.* April 1900. S. 128—138.

sind und also nur die Merkmale der Mutter besitzen können (vergl. oben S. 31). Ebenso verhält es sich in Bezug auf das Abfallen des Laubes im Winter, das doch wohl eine jüngere Eigenschaft ist als das Verharren der Blätter an den Zweigen im Winter.[1] Denn die Bastarde sind regelmässig wintergrün.

Weitere Beispiele findet man in der Literatur zahlreich. So geben perennirende Arten von *Papaver* mit einjährigen gekreuzt nach Godron perennirende Bastarde, und dominirt *Petunia violacea* über *P. nyctaginiflora* (Naudin). So soll man in der Gattung *Amaryllis* nicht mit *A. aulica* und *A. solandraeflora* kreuzen, weil das grüne Herz und die unschönen Blumen der ersteren, sowie die hängenden, sich fast nicht öffnenden Blumen der letzteren zu stark präpotent sind (Veitch, de Graaff). Bekannte Beispiele geben ferner die Gattungen *Althaea, Pisum, Antirrhinum,* u. v. a. Die Präpotenz ist häufig so stark, dass die Bastarde einer dominirenden Art mit verschiedenen anderen Arten unter sich gleich sind, und man somit aus ihren Merkmalen nicht ableiten kann, welche Species der andere Erzeuger war. So erzeugten z. B. *Nicotiana rustica, asiatica, humilis* und *pumila* mit *N. paniculata* befruchtet den gleichen Typus (Gärtner a. a. O. S. 273) und bietet dieselbe Gattung noch manche andere derartige Fälle.

In vielen Gattungen giebt es eine Art oder einige wenige Arten, welche in Kreuzungen mit den übrigen Species den Bastarden sehr regelmässig ihr Gepräge aufdrücken, welche sich also, so zu sagen, im ganzen Genus als die dominirenden auszeichnen. Gärtner nennt sie deshalb Gattungstypen. Einen solchen formbestimmenden Einfluss bestimmter Arten hat er in verschiedenen Graden in den Gattungen *Dianthus, Digitalis, Geum, Lobelia, Lychnis, Nicotiana* und *Verbascum* beobachtet. So wird z. B. in *Nicotiana paniculata* × *Langsdorfii* und *N. paniculata* × *vincaeflora* der Einfluss der Väter durch die prädominirende Wirkung der Mutter beinahe ganz vernichtet oder völlig unkenntlich gemacht (a. a. O. S. 289). Auch Naudin berichtet über ähnliche Fälle; dagegen halten sich bei den Weiden nach Wichura die beiden Eltern fast immer ziemlich genau das Gleichgewicht. In der Gruppe der Piloselloiden aus der Gattung *Hieracium* besitzen nach Peter *H. setigerum, H. aurantiacum, H. Pilosella* und *H. magyaricum* eine solche Präpotenz, da sie in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ihre Merkmale vollständiger auf die Bastarde übertragen als die zweite

[1] Denn der Laubabfall ist wohl als eine Anpassung an kältere Klimate aufzufassen.

mitwirkende Stammform (a. a. O. S. 229), doch hält Peter grade diese typischen Arten nicht für die phylogenetisch älteren.

Gehen wir jetzt zu den Varietätenbastarden über, so wird allgemein das Varietätsmerkmal für jünger als das antagonistische Kennzeichen der typischen Art betrachtet. Dementsprechend waltet in den Hybriden das Artmerkmal vor und verschwindet die Eigenthümlichlichkeit der Abart (Herbert). Solches gilt sowohl wenn man Artgenossen kreuzt, als wenn man Varietäten mit anderen nächst verwandten Arten verbindet. Wir werden später von dieser Regel so viele Beispiele zu besprechen haben, dass an dieser Stelle einige wenige genügen dürften.

Bei bekannter Abstammung waltet die ältere Eigenschaft in den Kreuzungen vor, z. B.[1]

Präpotent:	Recessiv:	bekannt seit:
Chelidonium majus	*C. laciniatum*[2]	± 1590
Oenothera Lamarckiana	*O. brevistylis*[3]	± 1880
Lychnis verpertina (behaart)	*L. v. glabra*	± 1880.

In diesen Beispielen[4] sind als „recessiv“ drei jüngere Formen angegeben mit den Jahren, in welchen sie zuerst aufgefunden worden sind, diese Jahre entsprechen also annähernd dem Zeitpunkte ihrer Entstehung aus den in der ersten Spalte genannten Arten. Bei der Kreuzung mit der betreffenden Art dominirt deren Merkmal, dasjenige der Varietät verschwindet so gut wie völlig.

Die systematisch höhere Eigenschaft prävalirt, unter anscheinend völligem Ausschluss des Varietätenmerkmales, z. B. in den folgenden Verbindungen: *Papaver somniferum* × *P. s. nanum*, *Calliopsis tinctoria* × *C. t. brunnea* (Fig. 5), *Polemonium coeruleum* × *P. c. album.*, *Datura Stramonium* × *D. S. inermis.* In Rimpau's Getreidekreuzungen[5] verhalten sich die jüngeren Formen im Allgemeinen in ähnlicher Weise gegenüber den älteren. So glich z. B. das Produkt der Kreuzung von Rivett's Grannenweizen × sächsischem rothem Landweizen in allen

---

[1] *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. XVIII, 1900. S. 85.

[2] Vergl. Bd. I, S. 134 und Fig. 36 ebendaselbst.

[3] Vergl. Bd. I, S. 223.

[4] Ebenso fand ich bei Kreuzungen von *Oenothera biennis* und von *Oenothera muricata* mit einer neuen, in meinen Culturen zufällig aufgetretenen Sorte, *Oen. hirtella* (siehe unten), die beiden ersteren älteren Arten dominirend, mit völligem Ausschluss des *hirtella*-Typus.

[5] W. Rimpau, *Kreuzungsprodukte landwirthschaftlicher Culturpflanzen.* 1891. S. 9.

Aehren völlig der Vaterpflanze und prädominiren die unbegrannten Typen regelmässig über die begrannten.[1]

Ein weiteres, sehr wichtiges Beispiel bilden die Pelorien, welche zwar häufig als atavistische Erscheinungen betrachtet werden, aber doch als Anomalie wohl stets jünger sind als der Typus der Art, zu der sie gehören. Dieser letzteren Beziehung entsprechend verhalten sie sich bei Bastardirungen recessiv.



Fig. 5. *Calliopsis tinctoria.*

Es lohnt sich, die Angaben über Kreuzungen von Pelorien hier aus der Literatur zusammenzustellen. DARWIN kreuzte *Antirrhinum majus* mit *A. majus peloria* und erhielt aus den beiden reciproken Verbindungen eine grössere Zahl von Nachkommen, von denen aber kein einziger pelorisch war. Das jüngere Merkmal war somit recessiv. Aus den Samen der Bastarde hatte DARWIN im nächsten Jahre 127 Pflanzen der zweiten Generation, und von diesen waren 88 oder 71 % von der normalen Form, während die übrigen nur pelorische Blüthen trugen.[2] Diese Zahl deutet darauf hin, dass die pelorische Eigenschaft in den Bastarden latent war und in deren Kindern in demselben Verhältnisse sichtbar wurde, wie in den später zu behandelnden MENDEL'schen Kreuzungen. HURST giebt eine Uebersicht über die Kreuzungen von *Uropedium Lindenii*, welche als eine spontane, wild wachsende Pelorie

[1] Vergl. auch HENRI L. DE VILMORIN, *Expériences de croisement entre des blés différents.* Bull. Soc. Bot. France. 1888.

[2] CH. DARWIN, *Animals and plants under domestication.* II, p. 46.

von *Cyripedium caudatum* betrachtet wird. Diese merkwürdige Orchidee besitzt keine Unterlippe, die Stelle dieses Organes ist von einem langen blumenblattartigen Theile eingenommen, welcher oft über einen halben Meter lang wird; auch findet man einen dritten fruchtbaren Staubfaden unter dem Stigma am Gynostemium ausgebildet. Die Pflanze wächst in den Wäldern von Colombia, wo sie zuerst von JEAN LINDEN im Jahre 1843 entdeckt wurde; sie wurde später aber auch in benachbarten Gegenden angetroffen. Sie ist also offenbar in ihrem Wohnorte samenbeständig. Kreuzungen dieser pelorischen Form sind ausgeführt worden mit verschiedenen Arten von *Cypripedium (Phragmipedilum)*, z. B. *C. longifolium*, *C. conchiferum* ×, *C. Ainsworthii calurum* × und *C. grande* ×, aber in allen diesen Fällen war der pelorische Charakter völlig recessiv.[1] NAUDIN kreuzte *Linaria vulgaris peloria anectaria* (ohne Sporne) mit *L. vulgaris;* die Bastarde hatten symmetrische, einspornige Blüthen.[2] Ich habe selbst die gespornte Form von *Linaria vulgaris peloria,* welche ich im ersten Bande beschrieben habe (I, S. 552), mit der gewöhnlichen Halbrasse *L. vulgaris hemipeloria* gekreuzt, und zwar zu wiederholten Malen, namentlich in den Jahren 1896 und 1897. Die Nachkommen, von denen ich weit über neunhundert in voller Blüthe untersuchen konnte, waren sämmtlich nur hemipelorisch, vielleicht etwas stärker als die betreffende Stammform, aber doch stets höchstens mit ganz vereinzelten pelorischen Blüthen.

Kreuzt man eine Varietät einer Art mit einer anderen Art, so verschwindet im Bastard in der Regel das Varietätsmerkmal. Demzufolge sind die Bastarde verschiedener Varietäten einer Art mit einer zweiten Art häufig unter sich völlig gleich, wie es z. B. GÄRTNER in mehreren künstlichen Bastardirungen in der Gattung *Nicotiana* fand. *Lychnis vespertina glabra* verliert bei Kreuzungen mit *L. diurna* den Mangel der Behaarung, die Bastarde sind behaart wie diejenigen von *L. vespertina* selbst mit *L. diurna.*[3]

Schliesslich haben wir einige Ausnahmen von der Regel der Prävalenz der älteren Eigenschaften zu erwähnen. In dem Vordergrund stehen hier die Fälle, wo dasselbe Merkmal bei einigen Kreuzungen dominirt, bei anderen aber nicht. Doch sind solche Fälle sehr selten. So sind nach PETER die Stolonen von *Hieracium Pilosella* bei Kreuzungen dominirend, diejenigen von *H. flagellare* aber re-

[1] C. C. HURST, *Journ. Roy. Hortic. Soc.* April 1900. Vol. 24, p. 97.
[2] CH. NAUDIN, *Nouvelles recherches.* 1869. S. 137.
[3] *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24, April 1900.

cessiv (zurücktretend).[1] So prävalirt bei Weizenkreuzungen die Behaarung der Aehren von *Triticum turgidum* über die Nacktheit der Aehren des *Squarehead*, während der unbehaarte sächsische Landweizen in dieser Eigenschaft gegenüber *Triticum turgidum* (im Besonderen RIVETT's bearted) vorwaltet. *Hordeum trifurcatum*, die Nepaul-,



Fig. 6. *Hordeum trifurcatum*, die Nepaul-, Gabel- oder Löffelgerste (dreireihige Sorte). Die Sorte ist seit alten Zeiten völlig constant, aber in der Länge der Anhängsel ihrer äusseren Spelzen sehr variabel. Diese sind am Gipfel monströs dreizackig, die Zacken sind häutig, nicht starr wie Getreidenadeln; der mittlere Zacken ist kapuzenförmig.

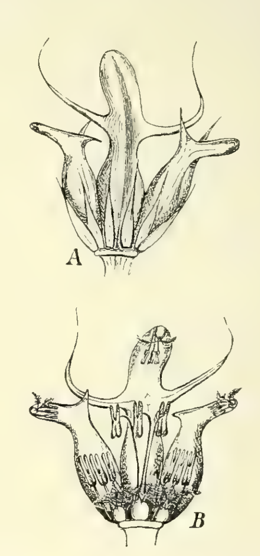


Fig. 7. *Hordeum trifurcatum*, Gabel- oder Löffelgerste. Ein einzelnes Seitenährchen, *A* von der Rückseite, *B* von der Innenseite gesehen, schematisch. Jede der drei Klappen hat in ihrer Achsel eine normale Blüthe. Jede ist aber in ihrem oberen Theile rückwärts umgebogen und bildet eine Art Löffel, in dem wiederum eine kleine Blüthe stehen kann. Diese Blüthen sind bisweilen normal ausgedildet, meist mehr oder weniger rudimentär und in hohem Grade variabel.

Gabel- oder Löffelgerste (Fig. 6 und 7), eine in gewissen Gegenden im Grossen cultivirte, aber in der Ausbildung ihrer Spelzen monströse Sorte,[2] welche dadurch den Eindruck macht eine jüngere Form zu

[1] A. PETER, *ENGLER's Jahrbücher*. V, S. 223.

[2] Vergl. W. RIMPAU, *Kreuzungsprodukte landwirthschaftlicher Culturpflanzen*. a. a. O. S. 21 und L. WITTMACK, *Neue Gersten-Kreuzungen*. Berichte d. d. bot. Ges. Bd. IV, 1886. S. 433. Vergl. ferner RACIBORSKI, *Bull. Acad. Sc. Cracovie*. Jan. 1902.

sein, prävalirt dennoch in manchen Kreuzungen gegenüber den Sorten ohne Kapuzen. Ich führe als Beispiel RIMPAU's Kreuzung von STEUDEL's Gerste und Gabelgerste an.[1] „STEUDEL's Gerste ist eine zweizeilige, bespelzte, begrannte Gerste, deren Seitenährchen nicht, wie bei vielen zweizeiligen Formen, männliche Blüthen tragen, sondern zu schwachen Rudimenten verkümmert sind. Die Gabelgerste ist eine vierzeilige, nackte, grannenlose weisse Gerste, welche statt der Grannen das eigenthümliche dreigabelige Gebilde (Kapuze) trägt. Die Kreuzung gelang vortrefflich. Die erzielten Körner — etwa 15 — brachten eine grosse Menge Aehren, welche einander so gleich waren, wie die der konstantesten Sorte: das Produkt der Kreuzung war eine zweizeilige bespelzte, grannenlose, mit der Kapuze der Gabelgerste versehene schwarze Gerste.“[2]

Einen sehr interessanten Fall bildet die Kreuzung des bedecktsamigen Mais mit den gewöhnlichen Sorten. Ersterer wurde von ST. HILAIRE in Süd-Amerika entdeckt und wegen der Spelzen, welche die Körner einschliessen, als die ursprüngliche Stammform des Mais betrachtet.[3] Er nannte sie *Zea Mays tunicata,* während BONAFOUS ihr den Namen *Zea Mays cryptosperma* gab, beide Namen beziehen sich auf dieselbe Eigenthümlichkeit (vergl. die Fig. 15 im ersten Bande S. 44). Der Umstand, dass der Mais mit seinen nackten Körnern unter den Gramineen allein steht, deutet darauf hin, dass er von einer bespelzten Form abstammt; daraus folgt aber noch keineswegs, dass der jetzige Spelzen-Mais diese Urform sei. Anfangs glaubte ST. HILAIRE, dass dieser Typus in den Wäldern von Paraguay spontan vorkam; aber diese Meinung hat sich nicht bestätigt, vielmehr wird er seit uralten Zeiten in Brasilien cultivirt. Hier führt er den Namen Pinsigallo, Hühnermais. Je nachdem man nun den Spelzenmais als eine neue Varietät oder als den Urtypus betrachtet, wird man das Resultat der Kreuzungen verschieden auffassen. In ihnen zeigt sich die Nacktsamigkeit als dominirend,[4] und dieses spricht also, in Verbindung mit der allgemeinen Regel, gegen die Ansicht von ST. HILAIRE.

Aehnlich verhält es sich mit der Kreuzung des weissblüthigen

---

[1] Würden vielleicht, bei grösserem Umfange des Versuches, die Bastarde theils Gabelgerste sein, theils nicht? Vergleiche unten die Kreuzungen von *Papaver somniferum polycephalum* und diejenigen gefüllter Blumen.

[2] a. a. O. S. 21. Hier und bei RÜMKER, *Getreidezüchtung*, 1889 auch die übrige Literatur über ähnliche Bastardirungen. Die beiden Eltern und der Bastard sind a. a. O. auf Taf. X, Fig. 101—103 abgebildet.

[3] ALPH. DE CANDOLLE, *Sur l'origine des plantes cultivées.* 1883. S. 316.

[4] *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. Bd. XVIII. S. 85.

Stechapfels, *Datura Stramonium,* mit der blauen Form *D. Tatula,* welche letztere häufig als Varietät zu der ersteren[1] gerechnet wird (vgl. Bd. I S. 22 Fig. 5, und S. 119 Note 2). Die Kreuzung ist von Gärtner, Naudin und mehreren anderen Forschern ausgeführt worden und giebt stets Bastarde mit blauen Blüthen wie diejenigen der *D. Tatula.* Es spricht dieses dafür, dass letztere die Art, und *Stramonium* die Varietät sei, doch komme ich hierauf im nächsten Paragraphen zurück.

Aus meiner eigenen Erfahrung nenne ich schliesslich als anscheinende Ausnahme den Umstand, dass in der Kreuzung von *Oenothera cruciata Nutt.* mit der offenbar älteren *O. biennis* die braunrothe Farbe des Laubes der ersteren völlig auf die Bastarde übergeht. Die Bastarde haben die Tracht der *biennis,* aber die Farbe der *cruciata.*[2]

§ 5. Der Atavismus bei den Bastarden.

Tafel I.

Hat die Frage nach der Präpotenz der phylogenetisch älteren Merkmale eine hohe Bedeutung für die Lehre von der natürlichen Verwandtschaft, viel wichtiger ist offenbar die Thatsache, dass bisweilen an den Bastarden Eigenthümlichkeiten zur Schau gelangen, welche keine von den beiden Elternarten besitzen, welche aber, allem Anscheine nach, ihre Vorfahren einmal gehabt haben können. Denn ist diese Auffassung richtig, so gestatten uns die betreffenden Erscheinungen offenbar einen viel tieferen Einblick in die stammesgeschichtlichen Beziehungen, als es die im vorigen Paragraphen behandelten Beispiele thun.

Eine solche Wiederholung voreIterlicher Eigenschaften nennt man, mit einem in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts dazu von Duchesne gebildeten Worte, *Atavismus.*[3] Allerdings hat diese Bezeichnung später im Gartenbau einen anderen Sinn erhalten, indem die meisten Fälle von anscheinender Rückkehr zu den Voreltern durch zu-

[1] So z. B. von Koch in der *Synopsis Florae Germanicae et Helveticae.* S. 442. *D. Stramonium L. β chalybea = D. Tatula L.* Dagegen sagt de Candolle in seiner *Géographie botanique raisonnée.* Vol. II, S. 733: In Amerika ist D. *Tatula L.* etwas häufiger als *Stramonium,* und „*Si c'est la même espèce, elle l'aurait précédé, je suppose.*" Die ganze Frage ist hier, sowie auch von Godron (*Mémoires de l'Académie de Stanislas.* 1862, p. 232 und 1865, p. 330) ausführlich behandelt worden.

[2] Vergl. unten, § 13 des zweiten Abschnittes.

[3] Sageret, *Considérations sur la production des hybrides.* Ann. Sc. nat. Vol. 8. 1826. S. 298. Vergl. auch Gärtner, a. a. O. S. 438.

fällige, nicht vermuthete Kreuzungen verursacht werden. Aber seit Darwin wird das Wort doch wieder allgemein in seiner ursprünglichen reinen Bedeutung angewandt.

Einen unmittelbaren Beweis für die Auffassung einer Erscheinung als Atavismus wird man offenbar nur in jenen äusserst seltenen Fällen liefern können, wo die Abstammung der betreffenden Formen durch die directe Beobachtung gesichert ist. Solches leisten die aus *Oenothera Lamarckiana* neu entstandenen Arten, und einen Fall eines solchen Atavismus nach Kreuzung stellt uns die Tafel I dar. Kreuzt man *Oenothera lata* mit *O. nanella*, so erhält man in der ersten Generation, also aus den durch die Kreuzung gewonnenen Samen sofort die drei Typen, welche unsere Tafel abbildet. Ein Theil der Bastarde hat die Kennzeichen der Mutter, ein Theil jene des Vaters, die übrigen aber sind zu der Form der grossmütterlichen Art, des gemeinschaftlichen Vorfahrens der beiden Eltern, zurückgekehrt. Sie haben alle Merkmale dieser Eltern verloren, und stellen rein den Typus der *O. Lamarckiana* dar, haben selbst dessen Fähigkeit zu mutiren nicht eingebüsst. Solche Atavisten kommen in jedem Kreuzungsversuch zwischen den beiden genannten neuen Arten vor, und zwar in etwa einem Drittel der Individuen. Sie lehren offenbar, dass die Eigenschaften der *O. Lamarckiana* in *O. lata* und *O. nanella* nicht verloren gegangen, sondern nur latent geworden sind.[1]

In etwas anderem Sinne kommt Atavismus bei vielen Bastarden in der zweiten und den späteren Generationen vor, falls sie zu denjenigen Eigenschaften der ursprünglich gekreuzten Sorten zurückkehren, welche an den Hybriden in der ersten Generation nicht sichtbar waren (vergl. unten). Hier aber beschränke ich mich, wie bisher stets, auf die erste Generation selbst.[2]

Das bekannteste Beispiel von Bastard-Atavismus bietet die Blüthenfarbe der Stechäpfel, *Datura*, welche am Schluss des vorigen Paragraphen schon kurz berührt wurde. Es handelt sich um einen Versuch von Naudin vom Jahre 1863, welchen dieser folgendermaassen beschreibt:[3] *Datura laevis* und *D. ferox* sind zwei weissblüthige, sonst aber von einander möglichst verschiedene Arten. Als diese in den beiden reciproken Verbindungen gekreuzt wurden, erhielt Naudin 60 Individuen von *D. laevis* × *ferox* und 70 von *D. ferox* × *laevis*.

[1] Vergl. für ausführlichere Beschreibung dieser Versuche den III. Abschnitt.

[2] Ueber Atavismus bei Bastarden unter den Thieren vergl. ausser den oben citirten Werken von Standfuss und Anderen, namentlich J. Cossar Ewart, *Presidential Address. Brit. Assoc.* Sept. 1901.

[3] *Annales des Sc. nat.* 1865, 5. Serie, T. III. p. 155.

Diese 130 Pflanzen wuchsen sehr kräftig und waren unter sich völlig gleich, namentlich war zwischen den beiden Gruppen aus den entgegengesetzten Kreuzungen kein Unterschied zu sehen. Alle diese Exemplare hatten aber braunrothe Stengel und Zweige und blassblaue Blüthen, ähnlich wie die *D. Tatula.* Als die Kreuzung im nächsten Jahre wiederholt wurde und von den reciproken Verbindungen 36 und 39 neue Abkömmlinge blühten, war das Ergebniss das gleiche. Diese Thatsache deutet offenbar darauf hin, dass wenigstens bei einem der beiden Eltern die blaue Farbe im latenten Zustande vorhanden sein muss, und diese Auffassung fand ihre Bestätigung in dem Umstand, dass wenigstens bei *D. ferox* noch geringe Andeutungen der latenten Eigenschaft beobachtet werden konnte. Denn hier findet man bei der Keimung die hypocotylen Glieder mehr oder weniger bräunlich, mit derselben Farbe also, welche dieses Organ bei den blaublühenden Sorten zu haben pflegt. Diese letzteren, z. B. *D. quercifolia* würden somit den älteren Typus in der Gattung bilden, von welchem die weissblühenden Arten in ähnlicher Weise abzuleiten wären, wie die zahllosen weissblühenden Varietäten der meisten blau oder roth blühenden Pflanzen.

Atavismus nach Kreuzungen ist bei wildwachsenden Arten im Allgemeinen sehr selten, während er bei cultivirten Sorten mehrfach, wenn auch nicht gerade häufig beobachtet wurde.[1] So fand Wichura in seinen Weidenkreuzungen niemals Beispiele, während Naudin, der vorzugsweise cultivirte Arten untersuchte, die Neigung zum Atavismus als sehr verbreitet betrachtet. Darwin hat aus der von ihm sorgfältig zusammengestellten Literatur nachgewiesen,[2] dass, wenn anscheinend neue Eigenschaften bei Kreuzungen entstehen, solche wohl immer nur Rückschläge auf vorelterliche Eigenthümlichkeiten sind.

Die Angaben der Gärtner enthalten sehr viele Beispiele von sogenannten Rückschlägen, aber hier handelt es sich dann meist um mehrfache Kreuzungen, in denen wenigstens eine der gekreuzten Sorten bereits ein Bastard war. Treten dann in den neuen Hybriden die Merkmale der ursprünglich gekreuzten Grosseltern oder Urgrosseltern wieder rein auf, so ist solches offenbar eine Erscheinung, welche besser zum Atavismus in den späteren Generationen zu rechnen ist.

Aus den in der Literatur zerstreuten Beispielen hebe ich noch die folgenden hervor. Hybriden zwischen einjährigen Arten von *Pa-*

---

[1] Darwin, *Animals and Plants under domestication.* II, S. 24—25.

[2] l. c. II, S. 77; ebenso Gärtner a. a. O. S. 255 und 295, und Focke, *Pflanzenmischlinge.* S. 486.

paver sind bisweilen perennirend (Godron), während solche von *Pepo Citrullus* nach Sageret bisweilen Varietäten hervorbrachten, welche seit langer Zeit verschwunden waren. Auch wäre hier zu erwähnen, dass in den Bastarden der Runkelrüben in der zweiten Generation nach Rimpau (a. a. O. S. 39) Farben und Gestaltungen der Wurzeln auftreten können, welche sich bei keiner der elterlichen Formen finden. Die meisten Beispiele liefern aber die Blüthenfarben,[1] wie Focke nachwies (a. a. O. S. 474). Blendlinge von *Papaver somniferum* und von *Datura Stramonium* haben manchmal Eigenschaften, welche nicht den Stammformen, sondern anderen Rassen derselben Art zukommen.[2] *Nicotiana rustica* × *paniculata* zeigt zuweilen die Blüthenfärbung der *N. Texana,* einer fremden Unterart der *N. rustica.*

Während alle diese Fälle vereinzelt dastehen, und die Möglichkeit einer anderen Erklärung — z. B. aus der Bastardnatur der für reine Arten genommenen Eltern — nicht völlig ausgeschlossen erscheint,[3] liegen in den ausgedehnten Untersuchungen Peter's Erfahrungen über Atavismus vor, welche diese Erscheinung wohl über jeden Zweifel erheben.[4] Er sagt: Wenn Merkmale zwar nicht an den Eltern der Bastarde selbst, aber an denselben nahe verwandten Formen beobachtet werden, so kann man dieselben als Rückschläge auffassen. Denn jeder der Bastardeltern ist mit den zunächst stehenden Formen gleicher Abstammung, und ihre gemeinsamen Vorfahren besassen ebenfalls schon das fragliche Merkmal. Solche Rückschläge wurden bei 54 der von Peter aufgeführten Bastarde beobachtet, und in einer ausführlichen Tabelle zusammengestellt.

Im Ganzen scheinen mir die gut beglaubigten Fälle von Atavis-

---

[1] Ueber die Wiederherstellung zusammengesetzter Eigenschaften durch Kreuzung ihrer Componenten und den so erzielten Atavismus vergl. unten, bei *Antirrhinum majus,* Abschnitt II, § 14.

[2] Nach meinen eigenen Erfahrungen bei *Papaver somniferum* trat solches gleichfalls nicht selten ein, aber am meisten, wenn ich Exemplare aus nicht von mir selbst gereinigten Culturen kreuzte. Es deutet somit wohl auf Bastardnatur in einer der zur künstlichen Verbindung benutzten Eltern hin.

[3] So erhielt ich z. B. aus der Kreuzung von *Oenothera Lamarckiana* mit *Oen. cruciata Nutt.,* unter mehreren Hunderten von Bastarden in der ersten Generation einige Exemplare mit dem Typus der *Oen. biennis,* des vermuthlichen gemeinschaftlichen Vorfahren. Ich möchte darin aber eher eine Mahnung sehen, an die Reinheit meiner *Oen. cruciata* zu zweifeln, als einen exakten Beweis für Atavismus. Vergl. weiter unten § 13.

[4] A. Peter in *Engler's Jahrbücher,* Bd. V, a. a. O. S. 225. Unter Peter's Beispielen sind auch mehrfache Bastarde mit Rückschlägen auf die nachweislichen Eigenschaften der gekreuzten Sorten aufgenommen.

mus bei Bastarden erster Generation aus nachweislich reinen Eltern äusserst selten zu sein.

Schliesslich sei erwähnt, dass ternäre und mehrfache Bastarde von *Hieracium* nach PETER (a. a. O. S. 231) oft ungefähr einen Anblick darbieten, wie man ihn aus phylogenetischen Gründen für ältere Stammsippen der Piloselloiden erwarten würde, ohne aber dabei das Bild der vermuthlichen Vorfahren vollständig zu reproduciren.

§ 6. Die Variabilität der Bastarde.

Bastardirung ist der mächtigste Hebel der Variabilität im Gartenbau. Zählen die Formen innerhalb einer Gattung bei Hunderten und Tausenden, und wetteifern sie mit einander in der Ueppigkeit der Gestalten und in der Pracht der Farben, so verdanken sie solches wohl stets den künstlichen Kreuzungen. Bringt jedes Jahr in einzelnen Gruppen eine Reihe neuer Errungenschaften, so sind die Einfuhren von im Freien neu aufgefundenen Arten, oder die spontan in den Gärten aufgetretenen Mutationen dabei nur in sehr untergeordneter Weise betheiligt; die Kreuzungen sind es, welche die Gattung hoch halten, welche sie den stets steigenden Anforderungen unseres Kunstsinnes immer nachkommen lassen.

Aber die Gärtner beschränken sich nie oder doch fast nie auf einfache Kreuzungen und primäre Bastarde. Diese sind ja zu einförmig, denn jede Kreuzung liefert meist nur eine einzige Verbindung zwischen den Eltern. Die so sehr gewünschte Vielförmigkeit pflegt erst in der zweiten Generation einzutreten, sei es, dass bei Selbstbefruchtung die Merkmale sich trennen, um sich in den verschiedensten Weisen zu combiniren, sei es, dass der Bastard wiederum mit dem Pollen seiner Eltern befruchtet wird, sei es endlich, dass man den Bastard mit einer dritten und vierten Art verbindet.

Diese letzteren, die doppelten und mehrfachen Kreuzungen sind die wahre Quelle der Variabilität; ohne diese würde die ganze Methode nie ihre jetzige hohe Bedeutung errungen haben.

Unsere Aufgabe in diesem Paragraphen beschränkt sich aber auf die Variabilität der einfachen Hybriden erster Generation. Hier verhält sich die Sache ganz anders. Hier sind die Bastarde in der Regel nicht wesentlich „variabler“ als die elterlichen Sorten. Einförmigkeit ist die Regel, Variabilität und Pleiomorphie sind die Ausnahmen.[1] Dieser Satz wurde von fast allen Forschern aufgestellt

[1] Hier wie überall würde voraussichtlich eine eingehende Kritik die Anzahl der Ausnahmen wohl noch erheblich einschränken.

und anerkannt, und von FOCKE als erster und Hauptsatz in der Bastardlehre ausführlich formuliert und begründet.[1]

Bei der Besprechung dieses Satzes vom Standpunkte der Mutationstheorie sind zwei Punkte stets aus einander zu halten. Ich meine die fluktuirende Variabilität der einzelnen Merkmale, und die Wechselwirkung der von je einem der beiden Eltern geerbten und im Bastard verbundenen Eigenschaften.

In Bezug auf ersteren Punkt ist zunächst fest zu stellen, dass die einzelnen Eigenschaften bei der Kreuzung mit ihrer vollen individuellen Variabilität vererbt werden, genau ebenso gut wie bei der normalen Befruchtung. Nur ist dabei zu berücksichtigen, dass ganz gewöhnlich die Eltern weniger genau, oder in einer geringeren Anzahl von Individuen untersucht zu werden pflegen, wenn es sich um sehr fruchtbare Kreuzungen handelt. Im entgegengesetzten Falle ist man oft zufrieden, wenn man ein einziges Bastardindividuum erhält oder zwei oder doch nur wenige. Offenbar wird man aber die gewöhnliche Variabilität um so höher veranschlagen, je mehr Exemplare man mit einander vergleicht, und daher scheinen das eine Mal die Bastarde mehr, das andere Mal weniger variabel als ihre Eltern su sein. Hierauf mag es auch wohl zu einem wesentlichen Theile beruhen, dass die Bastarde von einigen Autoren im Allgemeinen als sehr variabel, von anderen aber als sehr constant betrachtet werden.

Das beste Material zu Untersuchungen bilden hier die constanten Bastardrassen, da man diese in willkürlichen Anzahlen von Individuen leicht und ohne Mühe cultiviren kann. Sie verhalten sich im Allgemeinen nicht mehr oder nicht weniger variabel als gewöhnliche Arten. Hat aber der eine ihrer Eltern eine ganz auffallend variable Eigenschaft, so geht diese mit ihrem vollen Abänderungsspielraum auf den Bastard über. Indem ich für die constanten Bastardrassen auf einen späteren Paragraphen verweise (§ 8), beschränke ich mich hier auf ein einzelnes Beispiel, welches sich an eine im ersten Bande (S. 98) besprochene und abgebildete Rasse anschliesst. Ich meine das *Papaver somniferum polycephalum* des Handels. Dieses habe ich, wie später noch ausführlich zu erörtern sein wird, mit dem *P. s. Danebrog* gekreuzt, welches weisse statt schwarzer Herzflecken auf den Blumenblättern trägt. Das Ergebniss war eine constante Rasse: *P. s. polycephalum Danebrog.* Diese aber wies in Bezug auf die Nebenfrüchtchen, welche durch die Umwandlung der Staubfäden entstehen, genau denselben Grad von Variabilität auf wie die Urform. Halbgefüllte Kränze

[1] FOCKE, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 469.

bildeten die Mehrzahl; je voller einerseits die Füllung und je weniger zahlreich andererseits die abnormalen Gebilde waren, auf um so weniger Individuen kamen sie vor. Aus demselben Grunde lassen sich solche constante Bastardrassen auch durch stetige Selection verbessern, genau in derselben Weise wie andere, reine Typen. Jedermann kennt die prachtvollen grossblumigen Varietäten von *Canna,* welche namentlich von Crozy in Lyon erzeugt wurden. Die cultivirten *Canna* aber sind Bastarde, wie wir unten sehen werden, aber ihre Petalen sind jetzt fast doppelt so lang und viel breiter als diejenigen der ursprünglich gekreuzten Arten.

Neben dieser einfachen fluktuirenden Variabilität kann, wie gesagt, auch noch eine zweite vorkommen. Ich meine den Fall, dass die elterlichen Merkmale in den einzelnen Individuen (bezw. Organen) in ungleicher Weise mit einander verbunden sind. Hier ist somit die Präpotenz der betreffenden Eigenschaften keine constante Grösse, man könnte vielmehr behaupten, dass diese Variabilität der Hybriden auf einer schwankenden Prävalenz beruhe. Dementsprechend werden die einen mehr dem Vater, die anderen mehr der Mutter ähnlich sein. Verbindet man die Eltern, wie wir es oben S. 20 versinnlicht haben, durch eine Linie, so gruppiren sich diese Bastarde nicht um einen, sondern um zwei oder mehrere Punkte auf dieser Linie.[1] Diese schwankende Prädominanz kann nun entweder individuell, oder partiell auftreten, d. h. sie kann Verschiedenheiten zwischen Individuen, oder zwischen den gleichnamigen Organen eines und desselben Individuums bedingen. Offenbar ist die partielle Variabilität die am meisten auffallende, und namentlich die am leichtesten zu demonstrirende. Aus diesem Grunde wollen wir von ihr zunächst einige Beispiele anführen. Ich fange mit zwei Fällen an, welche jeder leicht selbst cultiviren und controliren kann.

Das erste Beispiel ist *Salix aurita + purpurea,* und die zu behandelnde Eigenschaft ist die Gabelung der Staubfäden. Dieser Mischling kommt im Freien häufig zwischen den Eltern vor, und wurde von Wimmer, Wichura und Anderen beschrieben. Ich fand ihn in einigen wenigen Exemplaren in der Nähe des Dorfes Vogelenzang unweit Haarlem, und pflanzte Stecklinge im Jahre 1891 im botanischen Garten zu Amsterdam, wo sie zu kräftigen Sträuchern heranwuchsen, welche alljährlich reichlich blühen und die in Fig. 8 abgebildete Vielförmigkeit der Blüthen zeigen. Die Verbindung *S. aurita + purpurea* ist allerdings von Wichura nicht künstlich gemacht worden, wohl

---

[1] C. Correns, *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. XIX. 1901, Generalvers.-Heft, S. 79.

aber *S. purpurea* × *cinerea* und *S. purpurea* × *viminalis* (a. a. O. S. 12). Wichura äussert sich darüber folgendermaassen (a. a. O. S. 46): *S. purpurea* hat zwei Staubblätter, deren Filamente und Antheren so mit einander verwachsen sind, dass sie nur ein Filament und eine vierfächrige Anthere darzustellen scheinen. Die Staubblätter der übrigen europäischen Weiden sind dagegen frei, und nur *S. incana* macht eine Ausnahme hiervon, indem ihre Staubblätter vom Grunde bis zur Hälfte hinauf verwachsen sind. Bildet nun *S. purpurea* mit



Fig. 8. *Salix aurita + purpurea.* Zweiglein mit blühenden männlichen Kätzchen. Botan. Garten, Amsterdam. April 1900.[1]

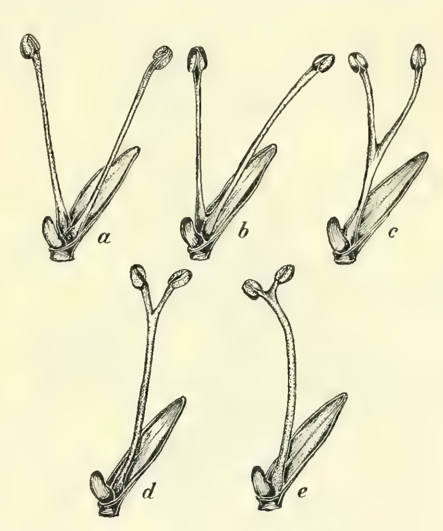


Fig. 9. *Salix aurita + purpurea.* Gabelung der Staubfäden der Blüthen eines einzelnen Kätzchens. *a* Zwei nahezu freie Staubfäden, annähernd an *S. aurita*, *b, c, d* Zwischenstufen, *e* beide Staubfäden fast völlig verwachsen, annähernd an *S. purpurea.*

einer der anderen Weiden einen Bastard, so sind die Staubfäden desselben am unteren Theile verwachsen, während sie am oberen frei sind und zierlich gabelförmig auseinander gehen. In den Pflanzen des Amsterdamer botanischen Gartens schwankt der Grad dieser Verwachsung nun sehr stark (Fig. 9); die meisten Blüthen zeigen allerdings eine Vereinigung bis zur Hälfte (Fig. 9 *c*), daneben stehen aber andere, welche mehr zur *S. aurita* (Fig. 9 *a, b*) bezw. zur *S. purpurea* (Fig. 9 *d, e*) hinneigen. Ferner beschreibt Wichura noch „Pflanzen mit schwankender Narbenstellung", wenn diese Stellung in

[1] Dieser merkwürdige Bastard lässt sich leicht durch Stecklinge vermehren und ist im Tauschverkehr der botanischen Gärten erhältlich.

den beiden Eltern des Bastardes eine verschiedene ist, z. B. *Salix triandra + viminalis.*

Mein zweites Beispiel ist der käufliche Bastard *Berberis Neuberti* (Fig. 10), der eine hybride Verbindung[1] sein soll von *Mahonia aquifolia* (Fig. 11) und *Berberis vulgaris* (Fig. 12).

Erstere Art hat gefiederte Blätter, die letztere aber einfache. Am Bastard findet man meist einfache Blätter; diese tragen aber die stärkere Bewaffnung der *Mahonia.* Einige Blätter sind gefiedert, meist nur dreizählig, bisweilen gestielt (Fig. 10*b*), bisweilen sind die drei Blättchen eines Blattes zusammen sitzend (Fig. 10 *a*), seltener fand ich fünfzählige. Die Blätter schwanken also ziemlich stark zwischen den Merkmalen der Eltern, ohne aber deren Typus zu erreichen. Bei der Berberitze sind die normalen Blätter durch dreispitzige Dornen ersetzt, in deren Achseln die eigentlichen Blätter an Kurztrieben sitzen; beim Bastard fehlt diese Eigenschaft, welche ja offenbar eine jüngere ist. Die *Neuberti*-Berberitze wird bei uns häufig cultivirt, sie ist grösser und stärker als die Mahonia und verliert, wie diese, ihre Blätter im Winter nicht. In dieser Beziehung stimmt sie also mit den oben (S. 36) besprochenen Webber'schen *Citrus*-Bastarden überein.



Fig. 10. *Berberis Neuberti = Mahonia aquifolia + Berberis vulgaris,* ein Gattungsbastard. Die meisten Blätter einfach und dornig, einige ungestielt dreizählig (*a*), andere meist am Grunde der Sprosse gestielt dreizählig (*b*, *c*).

Einen sehr schönen Fall partieller Variabilität bildet Hildebrand für die Blätter eines von ihm gewonnenen Bastardes zwischen *Chamaedorea Schiedeana* und *Ch. Ernesti Augusti* ab.[2] Die Blätter der ersteren Art sind gefiedert, diejenigen der letzteren einfach; der Bastard trägt nun alle Uebergänge zwischen diesen beiden Grenzen, und

[1] *Gardener's Chronicle,* 26. Juni 1886. S. 815, Fig. 825.

[2] F. Hildebrand, *Ueber einige Pflanzenbastardirungen.* Jen. Zeitschr. Bd. XXIII. 1889. Taf. XXV.

zwar oft auf demselben Individuum; die Blätter sind in der unteren Hälfte mehr oder weniger stark gefiedert, im oberen Theil aber ganz. Auch einige Piloselloiden-Bastarde variiren nach Peter partiell. Dasselbe gilt von anatomischen Merkmalen. So bildet Millardet eine Reihe von Zwischenstufen in den Spaltöffnungen der Blätter von *Vitis York-Madeira,* einen Bastard von *V. aestivalis* und *V. labrusca* ab,[1] und beschreibt Macfarlane[2] die schwankenden Eigenschaften der Chromoplasten in *Geum intermedium (G. urbanum* × *rivale)* und in *Saxifraga Andrewsii (= S. Aizoon + S. Geum).*

Einen anscheinend vereinzelt dastehenden Fall[3] bilden die von Hildebrand abgebildeten Blumenblätter der Bastarde zwischen *Oxa-*





Fig. 11. *Mahonia aquifolia,* Blatt.



Fig. 12. *Berberis vulgaris,* beblätterter Zweig.

lis articulata und *O. lasiopetala,* welche auf je zwei Feldern die beiden elterlichen Farben violett und rosenroth mit scharfer Trennung neben einander zeigen. Dabei wechselt die Grösse der Felder in allen Graden, bald ist das rosenrothe das grösste, bald das violette, bisweilen bis zum nahezu vollständigen Ausschluss des anderen.[4]

[1] A. Millardet, *Mém. Soc. Sc. phys. et nat.* Bordeaux. T. IV (4. Serie). 1894. S. 28.

[2] J. M. Macfarlane, *The minute structure.* a. a. O. S. 272.

[3] Die Bastarde gestreiftblumiger Sorten, und die Frage, ob aus ungestreiften Sorten durch Kreuzung gestreifte Bastarde erhalten werden können, bedürfen meiner Meinung nach einer kritischen Bearbeitung sehr. (Vergl. weiter unten.)

[4] a. a. O. Tafel XXVI, Fig. 21.

Wir kommen jetzt zu den Beispielen individueller Variabilität bei den Bastarden, und fassen auch hier das Vorwalten einzelner bestimmter Typen unter den Hybriden aus derselben Kreuzung ins Auge. Mendel und Peter fanden bei den Piloselloiden (a. a. O. S. 223), dass die Bastarde manchmal einzelne Merkmale besitzen, welche bei den einen Individuen mehr gegen die eine Stammform, bei anderen Exemplaren mehr gegen die andere Elternform hinneigen, bei noch anderen mehr die Mitte inne halten. Jedes Exemplar kann eine etwas andere Stelle des vereinigten Formenkreises gewisser Merkmale verwirklichen.[1] Manchmal schwankt das Bastardmerkmal zwischen den durch die Eltern gegebenen Extremen von einem derselben bis zum andern, manchmal bewegt es sich innerhalb engerer Grenzen, beispielsweise vom einen Extrem bis zur intermediären Mischung. Ebenso zeigen die Bastarde von *Oxalis rubella* mit verschiedenen anderen Arten nach Hildebrand ein continuirliches Schwanken;[2] kein einziger glich genau weder dem Vater noch der Mutter, eben so wenig, wie ein Bastard dem anderen trotz der gleichartigen Erzeugung vollständig gleich war. Am meisten bekannt ist dieses Schwanken wohl bei der Sandluzerne, *Medicago media* = *M. falcata* × *sativa*, die in Süd-Deutschland und in anderen Ländern vielfach im Grossen angebaut wird und häufig verwildert vorkommt, und die ich selbst um Würzburg und bei Paris in allen ihren Formen beobachten konnte.[3] Dieser Bastard wird deshalb vorzugsweise cultivirt, weil er im Vergleiche zur einen seiner Stammarten eine gesteigerte Fruchtbarkeit zeigt. Denn *M. falcata* setzt nur vereinzelte Samen an, während *M. media* reichlich fructificirt. Die Kreuzungsverhältnisse sind ausführlich und gründlich von Urban untersucht worden.[4] Er fand die beiden reciproken Mischlinge unter sich gleich, d. h. in denselben Einzelformen variirend. In der ersten Generation war etwa die Hälfte der Hybriden intermediär, während die andere Hälfte sich der einen oder der anderen Stammart näherte. Die Blüthen waren in den verschiedensten Weisen gelb, grün und violett gescheckt.

Die hohe Variabilität der Bastarde liefert in solchen Fällen ein ähnliches Material für die künstliche Zuchtwahl, als die gewöhnliche

[1] Die Mendel'schen *Hieracium*-Bastarde sind von Peter (a. a. O.) beschrieben und von Correns übersichtlich zusammengestellt worden. *Ber. d. d. bot. Ges.* XIX. 1901. Generalvers.-Heft, S. 75.

[2] Hildebrand, a. a. O. S. 493; dort auch *Abutilon* u. A.

[3] Kerner von Marilaun, *Das Pflanzenleben.* II. S. 568 und Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 106.

[4] J. Urban, *Verh. d. Bot. Vereins Brandenburg.* XIX. Sitzungsber. S. 125.

Variabilität bei den reinen Arten und Sorten. Allgemein findet man dementsprechend in der Praxis die Ueberzeugung, dass die Kreuzungen nur dann eine wesentliche Bedeutung für die Production neuer Rassen haben, wenn sie von strenger Selection begleitet sind.[1] In landwirthschaftlicher Beziehung hat in dieser Richtung wohl Hays[2] in *Minnesota* am meisten geleistet, auf dem Gebiete des Gartenbaues aber Burbank[3] in Californien. Mancher neue Getreidebastard erhöht jetzt in den mittleren Staaten Nord-Amerika's den Ertrag der Aecker um bis 10°/₀, und die vielen neuen, grossfrüchtigen und wohlschmeckenden Obstsorten Burbank's sind gleichfalls der Beweis für die Vortrefflichkeit der Verbindung von Kreuzung und Selection.

Aber gerade hier zeigen sich am klarsten die Unterschiede zwischen den praktischen und den wissenschaftlichen Experimenten. Den ersteren gilt das Ergebniss als Ziel, den letzteren aber die Erforschung der Gesetze, nach denen die Ergebnisse erreicht werden. Die Selection erfordert ein möglichst grosses Material zur Auswahl;[4] wie aber das Material erhalten wurde, und ob es rein oder unrein ist, daran liegt nur wenig, denn durch die künstliche Wahl wird ohnehin alles Untaugliche ausgeschieden. Kreuzen und Aussäen haben daher möglichst im Grossen zu geschehen. Reinheit der Kreuzbefruchtungen ist nur insoweit Bedingung, dass wenigstens ein bedeutender Theil der Samen wirklich gekreuzt sei. Und besser ist es, zu den Kreuzungen Bastarde als reine Arten zu wählen, weil dadurch ja die Aussicht auf grössere Variabilität erhöht wird. Genau entgegengesetzt sind die Anforderungen des wissenschaftlichen Studiums. Denn hier kommt alles auf die Reinheit der Vorbedingungen und des Verfahrens an, hier handelt es sich um genaue und ausführliche Buchhaltung, um die getrennte Ernte der Samen für jedes einzelne, im Buche besonders bezeichnete und beschriebene Individuum. Solche anscheinend nutzlose wissenschaftliche Bemühungen haben aber die Grundlage für

[1] Z. B: T. Laxton, *Journ. Roy. Hort. Soc.* XII. 1890. S. 29.

[2] W. M. Hays, *Wheat, varieties, breeding, cultivation.* University of Minnesota, Agricultural Experimentstation. Bull. No. 62, March 1899.

[3] L. Burbank, *New Creations in fruits and flowers.* Burbank's experiment grounds. June 1893. Santa Rosa, California.

[4] Manche Züchter ziehen die Verbesserung reiner Rassen durch Zuchtwahl weit vor und behaupten, dass wenigstens für Europa durch Kreuzung fast nie etwas nur halbwegs Hervorragendes unter den Getreiderassen erhalten worden sei. So nach mündlicher und brieflicher Mittheilung Amtsrath Rimpau und Em. Ritter von Proskowetz. Derselben Meinung ist auch Graf Berg über Roggenzüchtungen. Vergl. Botan. Centralblatt, Bd. 46, 1891, Nr. 19, S. 183.

die späteren Experimente im praktischen Interesse zu bilden (W. M. Hays).

Die Variabilität der einfachen Bastarde erster Generation ist keineswegs immer eine so continuirliche wie in den oben besprochenen Beispielen. Oft zeigen sich nur zwei oder drei, oder einige wenige schärfer umgrenzte Typen. Bisweilen ist der eine Typus in der Mehrzahl der Individuen und der andere nur sehr selten vertreten. In solchen Fällen spricht Gärtner von Ausnahmstypen; es sehen dann einzelne Bastarde mehr dem Vater oder der Mutter ähnlich als ihre Geschwister (a. a. O. S. 235). Das bekannteste Beispiel bildet *Passiflora racemosa* × *coerulea,* ferner *Lobelia fulgens* × *syphilitica, L. syphilitica* × *cardinalis,* u. s. w. Nur in Gattungen, welche überhaupt an Bastarden reich sind, beobachtete sie Gärtner. Auch spätere Forscher haben ähnliche Verhältnisse beschrieben, so z. B. Mendel für *Hieracium*[1] und Naudin für *Digitalis purpurea* × *lutea. Abutilon, Pistacia, Lilium, Oxalis* und *Cirsium* liefern weitere Beispiele.

Es scheint gestattet, hier auf die Möglichkeit hinzuweisen, dass solche Fälle von Pleiotypie[2] sich vielleicht oft aus der vorher besprochenen continuirlichen Variabilität werden erklären lassen, wenn man annimmt, dass bei der geringen Samenernte, welche so viele Kreuzungen geben, besondere Typen gespart werden und andere nicht, wie solches bereits von Mendel für *Hieracium* vermuthet wurde. Für die Möglichkeit einer solchen Erklärung durch ungleiche Sterblichkeit spricht auch die von Wichura in Bezug auf das Verhältniss der männlichen und weiblichen Individuen bei Weiden und bei deren Bastarden gemachte Erfahrung. Während bei den reinen Arten aus den Samen stets etwa ebenso viele Männchen als Weibchen hervorgehen, ist solches bei den Hybriden nicht der Fall. Hier walten die Weibchen vor; von mancher Verbindung hat Wichura überhaupt nur solche erhalten. In anderen Fällen kommen Männchen vor, aber selten. Wichura schätzt das Verhältniss im Ganzen auf etwa eine männliche auf 20 weibliche Pflanzen (a. a. O. S. 44).

Schliesslich gelangen wir zu denjenigen hybriden Verbindungen, in denen eine sehr variabele Eigenschaft von einem der beiden Eltern

---

[1] Gregor Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden.* Zwei Abhandlungen, 1865 und 1869. In Ostwald's *Klassiker der exacten Wissenschaften* als Nr. 121 (1901) herausgegeben von Erich Tschermak.

[2] Wenn man irrthümlicher Weise zu einer Kreuzung einen Bastard statt einer reinen Art verwendet, so ist die Aussicht auf Ditypie eine ziemlich grosse. Und dass solche Irrthümer vorkommen, weiss Jeder, der sich längere Zeit mit Bastardirungen beschäftigt hat.

auf die Nachkommen übertragen wird.[1] Die gefüllten Blumen bieten dafür im Gartenbau ein gewöhnliches Beispiel, und ich selbst habe neben solchen das höchst schwankende Merkmal der Polycephalie von *Papaver somniferum* mehrfach auf sein Verhalten bei Kreuzungen geprüft.

Bei Kreuzungen gefüllter Blumen mit einfachen Sorten scheint es die Regel zu sein, dass die Füllung auf die Hybriden oder auf einige von ihnen übertragen wird, aber in sehr geschwächtem Grade. Oft



Fig. 13. *Syringa vulgaris* × *S. vulgaris azurea plena.* Eine der von LEMOINE erzeugten grossblüthigen gefüllten Sorten.

Fig. 14. Gefüllter Flieder von LEMOINE. Einzelne Blüthen der in Fig. 9 dargestellten Traube, die verschiedenen Arten der Füllung zeigend.

ist die Eigenthümlichkeit auf eine geringe petalodische Verbreiterung einzelner Staubfäden beschränkt, oft fehlt auch diese. Nur selten zeigen einige wenige Exemplare schöne Füllung. So fand ich es auch in meinen unten zu erwähnenden Kreuzungen mit gefüllten Varietäten des Mohns *(Papaver somniferum)*. Doch bedürfen diese Erscheinungen noch sehr einer eingehenden und kritischen Prüfung. Die Angaben aus der Praxis des Gartenbaues sind meist Bedenken ausgesetzt in

[1] Einige weitere Beispiele pleiomorpher Hybriden findet man in HOFFMANN's Aufsätzen besprochen, z. B. Bot. Ztg. 1881, S. 382.

Bezug auf die Frage, ob die erreichten Resultate nicht etwa Folgen wiederholter Kreuzungen waren. In dieser Beziehung sind jene künstlichen Verbindungen noch am zuverlässigsten, bei welchen es sich um Bäume oder Sträucher handelt, welche erst mehrere Jahre nach der Aussaat blühen. Ich führe als Beispiel die jetzt in Gärten allgemein cultivirten gefüllten Fliedern an, welche von Herrn LEMOINE in Nancy gewonnen wurden.[1] Nach seinen Angaben wurden in der ersten Generation theils Pflanzen mit gefüllten Blüthen, theils einfache erhalten; die letzteren wurden nicht weiter beibehalten, die ersteren aber möglichst vermehrt und in den Handel gebracht (Fig. 13 und 14). Bei meinen Kreuzungen von *Papaver somniferum polycephalum* (Fig. 27 auf S. 98 des ersten Bandes) mit Varietäten ohne Polycephalie erhielt ich meist nur Hybriden ohne jede Spur von Nebenfrüchten (in 6 Versuchen), in zwei Versuchen fand ich aber 2 bezw. 22 % der Exemplare im Besitze der Anomalie, wenn auch in ganz schwachem Grade, da nur etwa 1—3 Staubfäden pro Blüthe die Umwandlung erlitten hatten (vergl. unten).

Die Beobachtungen an gefüllten Blüthen und an *Papaver* sind namentlich deshalb wichtig, weil sie einfachere Kreuzungen betreffen als die meisten anderen. Es handelt sich nur um die Variabilität einer einzigen Eigenschaft, während sonst mehr complicirte Verhältnisse vorliegen.

Ueberblicken wir die in diesem Paragraphen zusammengestellten Erfahrungen, so sehen wir, dass die Variabilität der Bastarde theilweise unmittelbar von ihren Eltern ererbt wurde, theilweise aber die Folge ist von einer besonderen Art der Verbindung der Eigenschaften, welche in beiden Eltern verschieden waren. Obgleich diese Verbindung meist eine einförmige und feste ist, kann sie in einigen wenigen Fällen doch auch eine schwankende oder vielförmige sein.

II. Die Nachkommen der einfachen Bastarde.

§ 7. Die Fruchtbarkeit der Bastarde.

Zu den auffallendsten und bekanntesten, aber noch am wenigsten genau untersuchten Eigenthümlichkeiten der Mischlinge gehört ihre

[1] Vergl. den ersten Band S. 130: Kreuzungen zwischen gewöhnlichen Fliedern und *Syringa vulgaris azurea plena* sind zu derselben Zeit auch im Jardin des Plantes in Paris von CORNU vorgenommen worden; hier gelangten aber die gewonnenen Samen durch besondere Umstände nicht zur Aussaat. Vergl. L. HENRY im *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24, April 1900. S. 218.

häufig verminderte Fruchtbarkeit. Im Ganzen und Grossen hängt der Grad dieser Sterilität von der Verwandtschaft der Eltern ab, je näher diese sich standen, um so fruchtbarer pflegt der Hybride zu sein. Aber es giebt hier äusserst viele Unregelmässigkeiten und Ausnahmen, welche darauf hindeuten, dass unsere Kenntniss von der natürlichen Verwandtschaft bei Weitem noch nicht ausreicht, die ganze Reihe der Erscheinungen aufzuklären und die richtige Fassung des bis jetzt nur vermutheten Gesetzes zu finden.

Nägeli hat für diejenige Art der Verwandtschaft, welche sich unmittelbar in den Bastardirungsversuchen äussert, den Namen der sexuellen Affinität eingeführt. Es lässt sich die fragliche Erfahrung dadurch so fassen, dass man sagt, dass systematische und sexuelle Affinität im Allgemeinen parallel verlaufen, aber mit vielen Abweichungen in den einzelnen Fällen. Die meisten Forscher gründen ihre Fassungsweise auf die jetzt geläufigen Grenzen zwischen Arten und Varietäten, und sprechen ihre Ansicht dahin aus, dass die Bastarde zwischen Varietäten, Rassen und Unterarten einer selben Art meist unter sich völlig fruchtbar, d. h. ebenso fruchtbar als die elterlichen Sorten sind. Verwandte Arten sollen Hybriden mit wenig herabgesetzter, entferntere Arten solche mit stark verminderter Fertilität geben. Aber auch hier giebt es keinen Parallelismus, denn einerseits sind die anerkannten Ausnahmen noch immer zahlreiche, andererseits herrschen über die Abgrenzungen der Arten, Varietäten u. s. w. in den einzelnen Fällen noch stets die am weitesten aus einander gehenden Meinungsverschiedenheiten.

Die objective Darstellung der Thatsachen hat sich einstweilen auch hier möglichst von den conventionellen Grenzen der Systematik frei zu halten.

Aber auch die Thatsachen selbst reichen noch bei Weitem nicht aus. Die einfache Beobachtung, dass Hybriden bei isolirtem Stande, weit entfernt von ihren Eltern, keine Samen ansetzen, oder doch nur eine mangelhafte Ernte geben, genügt nicht immer, um ein Urtheil zu fällen. So habe ich z. B. im Sommer 1899 *Oenothera biennis L.* und *O. muricata L.* mit *O. odorata Jacq.*[1] gekreuzt. Die Operation gelang sehr schwierig und gab auf vielen castrirten und „bearbeiteten“

[1] Diese Pflanze bezog ich von einem Handelsgärtner. Ist vielleicht der Name nicht völlig zuverlässig, so zeigten doch die Samen und die ganze Tracht, dass sie zu der Untergattung *Euoenothera* gehörte, also zu einer anderen Untergattung als die beiden Sorten, welche ich mit ihr kreuzte und welche zu *Onagra* gerechnet werden.

Blumen nur wenige Samen. Ich benutzte *O. odorata* als Mutter, befruchtete ihre Blumen mit dem Staub der beiden anderen Arten, und hatte im Sommer 1900 15 Pflanzen von *O. odorata* × *biennis* und 47 von *O. odorata* × *muricata*. In beiden Gruppen haben die meisten Exemplare sehr reichlich geblüht, aber alle Früchte sind zusammengeschrumpft. Sie fielen nicht ab, sondern blieben als dünne Stielchen, ohne Spur von Samen, in den Achseln der Blätter, bis tief in den Herbst hinein. Die Hybriden waren sehr schöne empfehlenswerthe Pflanzen, welche den feineren Bau der *Euoenothera* mit den besonderen Merkmalen von *O. biennis* und *O. muricata* verbanden. In jeder der beiden Gruppen waren alle Exemplare unter sich gleich, mit der gewöhnlichen fluktuirenden Variabilität der Eltern. Die *O. odorata* × *biennis* verriethen ihre Herkunft durch grössere Blumen und breitere Blätter; diese Organe waren bei der *O. odorata* × *muricata* auffallend kleiner bezw. schmäler, den Merkmalen des Vaters entsprechend. Freie Befruchtung durch Insecten mit dem Pollen der Eltern sowie meiner sämmtlichen damaligen Culturen von *O. Lamarckiana* nebst deren Abkömmlingen und Bastarden war ihnen gestattet; dennoch setzten sie auf vielen Hunderten von Blumen keinen einzigen Samen an.

Darf man aus einem solchen Versuch auf absolute Sterilität schliessen? Offenbar nicht, denn man kann nur behaupten, dass unter den Culturbedingungen meines Versuchsgartens (sowohl für die Bastarde selbst als namentlich für ihre Eltern), von weniger als Hundert Exemplaren kein Samen gebildet wird. Unter anderen Bedingungen, bezw. bei weit umfangreicherer Aussaat würde man wohl doch noch Samen erhalten, wenn auch nur wenige. Denn es ist ja bekannt seit Darwin's schönen Untersuchungen, dass gerade die sexuellen Organe für die Lebenslage am empfindlichsten sind, und leicht von Aenderungen in den äusseren Umständen oder von der Cultur derart beinflusst werden, dass die Fruchtbarkeit darunter leidet. Bekannt ist ja auch die Thatsache, dass manche Thiere in der Gefangenschaft überhaupt keine Nachkommen erzeugen.

Bei der Beurtheilung der Angaben über verminderte Fruchtbarkeit muss man stets auf diese Punkte Rücksicht nehmen. Die einzelnen Individuen einer selben Kreuzung brauchen nicht in demselben Grade in ihren sexuellen Organen afficirt zu sein, viel weniger die Nachkommen verschiedener Kreuzungen zwischen denselben Stammformen. Gärtner fand z. B. allgemein, dass die beiden reciproken Kreuzungen einer selben Verbindung Bastarde geben, welche in ungleichem Grade fruchtbar sind.[1] Offenbar kann solches von den je-

[1] Gärtner, a. a. O. S. 407.

weiligen Versuchsbedingungen abhängen, ohne dass dabei die Frage, welche der beiden Eltern der Vater gewesen sei, als einziger entscheidender Factor zu betrachten wäre. Von Nägeli, Darwin und Anderen ist es Gärtner mehrfach vorgeworfen worden, dass er durch seine Cultur in Töpfen und seine Castrationen im Zimmer die individuelle Kraft seiner Pflanzen herabsetzte, und dadurch oft die Fruchtbarkeit, auch unter den Nachkommen, vermindern musste. Auch fand Gärtner selbst, dass von Hybriden, welche gewöhnlich steril waren, unter besonderen Sorgen wohl noch einzelne Samen zu erhalten waren.

Bei sehr vielen zufälligen Bastarden stammen alle Exemplare unserer Gärten auf vegetativem Wege von einem einzigen ursprünglichen Individuum ab, namentlich wo es sich um holzige Gewächse handelt, wie z. B. bei *Cytisus Adami* und *Ribes Gordonianum.* Wenn solche Bastarde völlig steril sind, so kann das ja eine individuelle Eigenschaft sein, welche sich nicht nothwendiger Weise zu wiederholen braucht, wenn es je gelingen sollte, die fraglichen Kreuzungen noch einmal mit gutem Glück durchzuführen. Denn auch unter reinen Arten kommen bekanntlich von Zeit zu Zeit Individuen mit herabgesetzter oder gar mit völlig fehlender Fertilität vor. So fand ich auch in meinen Culturen von *Oenothera gigas* (Bd. I S. 225) im Jahre 1899 eine Pflanze, welche bei wiederholter künstlicher Befruchtung völlig steril war. Gärtner giebt an, dass bei *Geum urbanum* × *rivale,* bei *Aquilegia atropurpurea* × *canadensis* und bei mehreren *Dianthus*-Bastarden, unter theilweise fruchtbaren Individuen aus einer und derselben Kreuzung sich auch noch ein oder das andere total sterile Exemplar fand.[1]

Die Frage, ob es Bastardverbindungen giebt, welche absolut steril sind, dürfte nach diesen Auseinandersetzungen schwierig, wenn jemals, zu beantworten sein. Die Möglichkeit, dass dieselbe Verbindung sich später unter anderen Umständen auch einmal fruchtbar zeigen wird, dürfte kaum auszuschliessen sein. Ueberhaupt sind die Beispiele völlig steriler Bastarde seltene, wenn man von den oben erwähnten durch Zufall in einem Exemplar entstandenen absieht. Gattungen, welche, bei nicht all' zu geringer Fähigkeit zu bastardiren, bis jetzt überhaupt nur sterile Artbastarde gegeben haben, dürfte es kaum geben. Hurst fand bei genauer Prüfung aller vorhandenen Angaben als solche nur *Ribes, Polemonium, Digitalis* und *Papaver,*[2] aber

[1] Gärtner, a. a. O. S. 436. Vergl. ferner Focke, a. a. O. S. 316—318. *Digitalis purpurea* × *lutea* ist nach Kölreuter, Gärtner, Godron und Lecoq völlig steril, bringt aber nach Koch und Döll gelegentlich auch keimfähige Samen.

[2] C. C. Hurst, *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24. April 1900. S. 118. Schon jetzt wäre hier wohl wenigstens *Digitalis* zu streichen, vergl. die vorhergehende Note.

es ist nicht unwahrscheinlich, dass spätere Versuche auch diese Ausnahmen aufheben werden. GÄRTNER fand, dass die in geringem Grade fruchtbaren Bastarde den allergrössten Theil derselben ausmachen und führt als absolut unfruchtbare nur etwa 30 Beispiele aus den Gattungen *Dianthus* (5), *Nicotiana* (12), *Oenothera* (2), *Verbascum* (6) und einigen wenigen anderen an (a. a. O. S. 388, 389).

Diese geringere Fruchtbarkeit der Bastarde ist im Gartenbau allgemein bekannt. Manche schönen Gartenpflanzen, ja sogar mehrere Sorten von Kartoffeln geben entweder nur selten oder überhaupt keine Samen, und es gilt die grössere oder geringere Sterilität als eins der gewöhnlichen Merkmale, um die etwaige Bastardnatur einer Pflanze zu beurtheilen.

Ueber den Mangel des Parallelismus zwischen der sexuellen und der systematischen Verwandtschaft lässt sich beim jetzigen Stande der Wissenschaft noch wenig Sicheres aussagen. Varietäten derselben Art können unter sich steril sein, wie einige Formen von *Mays*, von *Cucurbita*, von *Verbascum* (weisse mit gelben), u. s. w.[1] In der Gattung *Hieracium* fand PETER als Regel keinen Parallelismus. Es wäre überflüssig, hier die ausführliche Zusammenstellung der Thatsachen zu wiederholen, welche FOCKE in seinem Werke über die Pflanzenmischlinge giebt (S. 476—481), und so hebe ich nur hervor, dass einzelne Mischlinge aus sehr nahe verwandten Arten völlig steril zu sein scheinen, wie *Capsella rubella* × *bursa pastoris*, *Viola alba* × *scotophylla* und *Papaver dubium* × *Rhoeas*.

Wie die Schwächung der Sexualorgane bei den Bastarden jeden Grad von der normalen Fruchtbarkeit bis zur völligen Sterilität aufweisen kann, so kann auch der Zeitpunkt, in welchem die Organe funktionsunfähig werden, ein sehr verschiedener sein. In weitaus den meisten Fällen tritt diese Anomalie zur Zeit der Bildung der Sexualorgane ein, oder kann man wenigstens vorher keine Abweichungen vom normalen Verhalten sehen.

In Ausnahmsfällen unterliegen die Bastarde ihrem Schicksal bereits früher, sei es alle oder nur einige, sei es in allen Organen oder nur theilweise. So keimen bei den Weidenhybriden immer zu wenige männliche Pflanzen, wie wir bereits oben gesehen haben. Ebenso fand ich die jungen Pflanzen, welche aus Kreuzungen von *Oenothera Lamarckiana* mit *O. muricata* entstanden waren, zum grösseren Theile

[1] Auf die Fruchtbarkeit bezw. das Misslingen der Kreuzungen selbst, d. h. auf die Fähigkeit verwandter Formen, bei künstlicher Vermischung überhaupt keimfähige Samen und somit Bastarde zu geben, komme ich im letzten Abschnitt zurück.

so schwach, dass sie in einzelnen Jahren (z. B. 1901) zu Hunderten starben, bevor sie das 8.—10. Blatt entfalteten, während es in anderen Jahren (z. B. 1898), wenn auch mit vieler Mühe gelang, sie zur Blüthe und zur Samenbildung zu bringen.[1] Bekannt sind die hybriden Kartoffelsorten, welche nie oder fast nie Blüthen bilden. NAUDIN berichtet, dass auf den Bastarden von *Datura Stramonium* mit verwandten Arten in der Regel die ersten Blüthen abfallen, bevor sie sich öffnen. Aehnlich verhalten sich nach demselben Forscher *Luffa acutangula* × *cylindrica*, *Nicotiana rustica* × *paniculata* und *Mirabilis longiflora* × *Jalapa*, welch' letzterer drei Viertel seiner Blüthenknospen abwirft. Andere Bastarde, wie diejenigen von *Cucumis* und *Luffa* bilden bisweilen ausschliesslich weibliche Blüthen (a. a. O. S. 142). Auch giebt es Beispiele von Bastarden, welche in ihren Blüthen keine Staubfäden bilden oder diese doch frühzeitig absterben lassen. In hybriden Sorten von *Begonia* fand GUIGNARD die Samenknospen bisweilen ohne Embryosack,[2] und die nämlichen Organe sind bekanntlich bei *Cytisus Adami* in der Regel verlaubt.

Gewöhnlich tritt aber, wie oben hervorgehoben, die Schwächung zur Zeit der Bildung der Sexualorgane ein. Aber auch hier giebt es alle Stufen. Dabei ist zu bemerken, dass fast stets die männlichen Organe stärker verändert werden als die weiblichen, und dass sehr viele Bastarde, bei völlig oder fast völlig sterilem Pollen, sehr gute Samen, wenn auch meist nicht viele, heranbilden können, so oft sie mit dem Staub einer verwandten Art befruchtet werden. In der Praxis wird dazu häufig der Staub von einer der beiden Stammarten benutzt, oder aber der Mischling mit einer dritten Art verbunden. Wir werden unten sehen, dass diese wiederholte Kreuzung die eigentliche Quelle der Variabilität der Bastarde bildet, und sie wird dem entsprechend im Gartenbau stets mit Vorliebe gewählt. In den Gattungen *Verbascum*, *Primula*, *Nicotiana*, *Digitalis*, *Antirrhinum*, *Linaria*, *Aegilops* und mehreren anderen sind die meisten Artbastarde in der Regel mit ihrem eigenen Pollen steril, aber im Stande, mit dem elterlichen Blüthenstaub Samen anzusetzen.[3]

HURST berechnete die Erfahrungen von R. YOUNG in Liverpool über die Fruchtbarkeit der Bastarde bei den Orchideen, namentlich in der Gattung *Paphiopedilum*. Es waren im Ganzen 849 Kreuzungen.

[1] Die reciproke Kreuzung: *O. muricata* × *O. Lamarckiana* gab bis jetzt nur kräftige grüne Keimpflanzen.

[2] L. GUIGNARD, *Comptes rendus de l'Acad. Paris.* 1886. T. II. p. 769.

[3] D. A. GODRON, *Recherches expérimentales sur l'hybridité.* Mém. Acad. Stanislas. 1862. S. 228.

Von den Hybriden, welche mit dem Staub einer reinen Art befruchtet wurden, gaben 91·8 % Samen, während reine Arten mit dem Staub der Bastarde nur zu 60 % fruchtbar waren. Man kann hieraus folgern, dass die Schwächung der Fruchtbarkeit des Pollens zu derjenigen der Samenknospen etwa im Verhältniss von 90 : 60 oder von 3 : 2 stehe.[1] Mit dieser Angabe stimmen die älteren Erfahrungen von Darwin, Focke, Masters, Macfarlane und vielen anderen Autoren in genügender Weise überein. Wie weit sich die Bedeutung dieser Verhältnisszahl erstreckt, müssen weitere Untersuchungen lehren, doch wies Wichura auch für Weiden einen gewissen Zusammenhang zwischen der unvollkommenen Ausbildung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane der Bastarde nach (a. a. O. S. 40).

Diesen Erfahrungen entsprechen die geläufigen Sätze, dass weiblich sterile Bastarde viel seltener sind als männlich sterile, und dass, wenn ein Hybride mit fremdem Staub keine Samen anzusetzen vermag, er es stets auch nicht mit dem eigenen thun kann.

Ueber die Art und Weise, wie die Eizellen steril werden, habe ich keine erwähnenswerthen Angaben gefunden. Die meisten Forscher haben sich auf den so viel leichter zugänglichen Pollen beschränkt, und auch hier bleibt wohl noch das Meiste zu untersuchen übrig. Am vollständigsten beschäftigt sich Wichura mit diesem Gegenstand, und da seine Erfahrungen bei den Weiden im Allgemeinen mit den älteren und neueren Befunden bei anderen Hybriden übereinstimmen, mögen sie hier in den Vordergrund gestellt werden. Wir können die Erscheinungen in zwei Gruppen zusammenfassen, je nachdem sie vor der Bildung der Pollenmutterzellen, oder bei deren Theilungen stattfinden, bemerken aber, dass in der Regel der Verlust der Fertilität die einzelnen Zellen eines Antherenfaches in ganz verschiedenen Stadien der Differenzirung trifft. Statt freier Pollenkörner fand Wichura entweder linealisch längliche Körper, etwa von der Grösse eines Antherenfaches, welche eine grosse Anzahl dunkelschmutziggelb gefärbter, runder Pollenkörner von etwas mehr als gewöhnlicher Grösse eingeschlossen enthielten, oder mehrere unförmliche, aus wenigen oder zahlreicheren verwachsenen Körnern bestehende Körper von ähnlichem Bau. In den meisten Fällen waren aber die Pollenkörner frei, und zum grösseren oder geringeren Theile normal, mit leeren oder schlecht ausgebildeten untermischt. Dabei sind dann die fertilen Körner häufig etwas grösser als die Körner der Eltern. Unter den sterilen Körnern sind diejenigen, welche mehr oder weniger regelmässig zusammenge-

---

[1] C. C. Hurst, a. a. O. Vol. 24. S. 120.

faltet, dunkel und undurchsichtig sind, und in Berührung mit Wasser nicht aufquellen, die häufigsten.[1]

Antheren ohne eigentliche Pollenbildung, mit einem compacten oder breiartigen Inhalt der Fächer kommen nach Gärtner bei sehr vielen Bastarden vor (a. a. O. S. 332); häufig sieht man ihnen dieses schon äusserlich an, da sie eingeschrumpft und missfarbig erscheinen. Oder sie sind ganz leere Beutel ohne materiellen Inhalt, wie z. B. bei *Lobelia* nach Gärtner und bei *Saxifraga Braunii (= S. muscoides × tenella)* nach Jenčič.

Ist der Blüthenstaub aus fertilen und sterilen Körnern gemischt, so kann das Verhältniss dieser beiden Typen bei den einzelnen Hybriden wiederum sehr wechseln. Bestimmungen dieser Beziehungen sind gelegentlich von verschiedenen Forschern gemacht worden, und Naudin hat auf der letzten Tafel seiner mehrfach citirten Abhandlung viele Abbildungen des Pollens von Bastarden und ihren Eltern gegeben. Am ausführlichsten sind zahlenmässige Ermittelungen aber von A. Jenčič[2] gemacht worden. Dieser Forscher hat für eine ganze Reihe von Bastarden zwischen verschiedenen Arten den Gehalt an sterilen Körnern im Pollen in Procenten ermittelt. Auf den einzelnen Exemplaren eines Bastards schwanken die Zahlen selbstverständlich, so z. B. bei *Sempervivum Huteri (= S. montanum + S. Wulfeni)* zwischen 71 und 82 %, bei *Geum intermedium (= G. urbanum × G. rivale)* zwischen 33 und 52 %, bei *Primula acaulis + pannonica* sogar zwischen 47—65—85 und 98 %.

Die von Jenčič erhaltenen Ergebnisse lassen sich folgendermaassen zusammenstellen, wenn man nur die Procentzahlen und nicht die Bastarde selbst berücksichtigt. Ich übergehe die sehr vereinzelten Fälle, in denen er den Pollen völlig oder nahezu fertil fand, da absichtlich nur Bastarde von verschiedenen Arten untersucht wurden, und schreibe die gefundenen Zahlen einfach der Reihe nach hinter einander, indem ich die Reihe auf den Grenzen $12^1/_2$, $37^1/_2$, $62^1/_2$, $87^1/_2$ in Gruppen abtheile; die Mittelwerthe der Gruppen sind dann 25, 50, 75 und 100 % oder $^1/_4$, $^2/_4$, $^3/_4$ und $^4/_4$.

Die von Jenčič erhaltenen Zahlen waren die folgenden:[3]

---

[1] Wichura, a. a. O. S. 33.

[2] A. Jenčič, *Untersuchungen des Pollens hybrider Pflanzen.* Oesterr. bot. Zeitschrift. Jahrgang 1900. Nr. 1, 2, 3. Die Procentzahlen werde ich ohne die Decimalen wiedergeben. Vergl. das Kapitel über die Genauigkeit der Erbzahlen in dem folgenden Abschnitt.

[3] Die *Ericaceen* sind von dieser Tabelle ausgeschlossen worden. Vergl. unten.

Procentischer Gehalt an sterilen Körnern:										Mittel:	Anzahl der Beobachtungen:
17	17	17	**20**	**21**	**23**	**26**	**28**	**30**	36	25	10
42	42	**52**	**53**	**53**	**53**	58	—	—	—	50	7
69	**71**	**72**	**74**	**76**	**80**	82	84	84	85	75	10
89	—	94	95	98	98	—	—	—	—	Uebergänge[1]	5
100	100	100	100	100	100	100	—	—	—	100	7

Nach der von Jenčič gegebenen Zusammenstellung gehören die oberen niederen Zahlen, soweit sich die Verwandtschaft der Eltern abschätzen lässt, zu Bastarden mit nahe verwandten Eltern, während diejenigen mit geringerer elterlichen Verwandtschaft in den höheren Zahlen vertreten sind. Unter den völlig sterilen (100 $^0/_0$) befinden sich zwei Bastarde von *Verbascum* und zwei von *Cirsium*.

Die gewählte Darstellung zeigt eine gewisse Vorliebe der Procentzahlen für eine Gruppirung um die Hauptwerthe $^1/_4$, $^2/_4$ und $^3/_4$, während zwischen $^3/_4$ und $^4/_4$ eine Grenze nicht gesehen wird. Fettgedruckt sind die Zahlen, welche sich von diesen Werthen um höchstens 5 $^0/_0$ entfernen, eine Abweichung, welche durch die gewöhnlichen Fehler der Probeentnahme gestattet ist, wie wir später sehen werden. Wir gelangen hier zu der principiellen Frage, wie sich die Sterilität des Pollens zu der Viertheilung der Pollenmutterzellen verhält. Es leuchtet ein, dass, wenn sich alle Pollenmutterzellen eines Bastardes in derselben Weise verhalten würden, man nur die Procentzahlen 25—50—75—100 finden müsste, je nachdem ein, zwei, drei oder alle vier die Zellen einer Tetrade steril geworden wären. Je mehr die Pollenmutterzellen sich ungleich verhalten, um so weniger scharf werden diese typischen Werthe hervortreten. Die mitgetheilte Zahlengruppe lässt offenbar eine endgültige Entscheidung noch bei Weitem nicht zu; sie ist aber die beste, welche augenblicklich vorliegt, und spricht ziemlich klar für eine mehr oder weniger scharfe Trennung der drei ersteren Gruppen, und für einen sehr allmähligen Uebergang der Tetraden mit je einem fruchtbaren Korn zu der völligen Sterilität. Diese Frage könnte offenbar am leichtesten bei den Ericaceen beantwortet werden, und Jenčič theilt über *Rhododendron intermedium* (= *R. hirsutum* + *ferrugineum*) eine Beobachtung von von Wettstein mit, nach welcher nur 5 $^0/_0$ der Tetraden vollkommen normal waren,

[1] Die Uebergänge kommen bisweilen auf denselben Bastarden vor, auf denen andere Blüthen vollkommen steril sind, z. B. *Azalea sinensis;* vergl. Jenčič a. a. O. S. 8.

indem von den vier Zellen meist nur eine oder zwei sich quellungsfähig zeigten; circa 30 % aber waren vollständig verkümmert.

Eine eingehende Untersuchung über diesen Gegenstand verdanken wir Juel, der die Entstehungsweise des Pollens von *Syringa rothomagensis* erforschte. Dieser Bastard zwischen *S. vulgaris* und *S. persica* bildet überhaupt keine fruchtbaren Körner aus, aber auch die Eltern sind in dieser Beziehung nicht normal, indem *S. vulgaris* nur etwa 50 %, *S. persica* nur vereinzelte gute Körner hat. Im Bastard bilden sich die Pollenmutterzellen normal aus; die Theilungen innerhalb dieser Zellen geschehen aber in unregelmässiger Weise, indem der Vorgang offenbar durch irgend welche Eigenthümlichkeiten im Bau der Zellkerne, speciell der Chromatinfäden gestört ist.[1] Bei den Weiden scheint überhaupt die Tetradentheilung in den Pollenmutterzellen sich bisweilen auf die Production von nur zwei Körnern zu beschränken, oder die Scheidewände bleiben unvollständig und es bilden sich eigenthümliche knollig difforme Körner aus. Meist aber bildet sich hier in jeder Tetrade ein gutes Korn neben drei tauben; das fruchtbare kann dabei entsprechend grösser und kräftiger werden als gewöhnliche normale Staubkörner.[2]

Eine sehr wichtige und vielfach erörterte Frage ist diejenige nach dem Verhalten der Fruchtbarkeit der Bastarde in den späteren Generationen. Hier, wie so oft in der Bastardlehre, stehen die Meinungen der verschiedenen Forscher sich diametral gegenüber, je nach den Beispielen, von denen sie ausgehen. Gärtner, Wichura und Nägeli sprechen sich dahin aus, dass die Fruchtbarkeit im Lauf der Generationen allmählig abnehme; dem zu Folge würden die Hybriden sowohl in der Cultur als im Freien stets früher oder später aussterben. Naudin ist der entgegengesetzten Meinung, und Hurst fand in seinen Versuchen mit *Berberis stenophylla* (= *B. Darwinii* × *B. empetrifolia*) die Fertilität der Nachkommen erheblich grösser als diejenige des ersten, käuflichen Bastardes.[3] Einer kritischen Behandlung wurde diese Frage von Kerner unterworfen.[4] Er betont zunächst, dass auch reine Arten bei derselben Cultur, in der die Bastarde meist gehalten

[1] H. O. Juel, *Beiträge zur Kenntniss der Tetradentheilung*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35. 1900. S. 638. Juel fand auch, dass bei *Carex* im normalen Blüthenstaub sich nur eine Zelle in jeder Tetrade entwickelt.

[2] M. Wichura, a. a. O. S. 36.

[3] Gärtner, a. a. O. S. 420, Wichura S. 38, Nägeli S. 412, Naudin S. 144, Hurst S. 121.

[4] A. Kerner von Marilaun, *Können aus Bastarten Arten werden?* Oesterr. bot. Zeitschrift. XXI, Nr. 2. 1871. S. 6. Vergl. auch Kerner, *Das Pflanzenleben.*

werden, und namentlich bei fortdauernder Inzucht allmählich zu Grunde gehen würden, und dass somit namentlich die Erfahrungen Gärtner's über diesen Punkt keinen Aufschluss zu geben im Stande sind. Dann aber zeigt er an einer Reihe im Freien vorkommender Hybriden, dass diese sich in vielen Hinsichten wie echte Arten verhalten, ja zum Theil als solche beschrieben worden sind. Einzelne solche Bastarde sind so häufig, dass an ihrer fortdauernden Fruchtbarkeit wohl nicht gezweifelt werden kann.

Die Erscheinungen sind hier offenbar sehr complicirte. Die Fruchtbarkeit hängt ja wesentlich von der Lebenslage ab, und wenn somit die Bastarde erster Generation durch irgend welche Einflüsse, sei es auch nur durch das Reifen in nicht genau geeigneten Samenhüllen und Kapseln geschwächt sind, kann es ja vorkommen, dass die Fertilität in der zweiten Generation zunimmt.[1] Dann aber ist darauf zu achten, dass die Aussaat von Bastardsamen in den meisten Fällen eine ziemlich starke Selection mit sich führt, denn man wählt unwillkürlich und nothwendiger Weise die fruchtbaren Individuen und die am besten adaptirten Keime, und auch dieses würde eine Erhöhung der Fertilität erwarten lassen. Andererseits erhalten sich manche Bastardrassen in der Cultur, bei ausreichenden Sorgen für die Isolirung, auch bei ziemlich geringer Fruchtbarkeit, im Laufe der Generationen, wie z. B. der im nächsten Paragraphen zu besprechende Hybride von *Oenothera muricata* und *O. biennis.*

§ 8. Die constanten Bastardrassen.

Die Frage, ob es überhaupt constante Bastardrassen giebt, ist von den älteren Forschern stets verneint worden. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts galt *Aegilops speltaeformis*, der damals sogar in der Descendenzlehre eine grosse Rolle spielte, als das einzige Beispiel eines Bastardes, der ebenso constant war als eine reine Art. Erst Wichura lehrte dauerhafte Bastarde unter den Weiden kennen, und zeigte, dass auch einige Erfahrungen Gärtner's sich in ähnlichem Sinne deuten lassen. Es ist aber namentlich das Verdienst Kerner's, durch eine grössere Reihe von Beispielen aus den verschiedensten Gattungen die Existenz von unveränderlichen Bastardrassen, namentlich im Freien, nachgewiesen zu haben. Und seitdem haben sich die Fälle allmählich gehäuft.

[1] Meine Bastarde von *Oenothera Lamarckiana* × *cruciata* waren in der zweiten und dritten Generation stets auffallend kräftiger und samenreicher als in der ersten.

Aber dennoch sind die Beispiele sehr selten. Weitaus die meisten Bastarde zeigen sich in ihren Nachkommen inconstant, wie wir im nächsten Paragraphen sehen werden. Und dieses Verhältniss ist auch dasjenige, das man erwarten muss. Die beiden Formen, welche im Bastard verbunden werden, unterscheiden sich nur selten in einer einzigen Eigenschaft; auch so enge Grade der Verwandtschaft, dass die Differenzen sich nur auf zwei bis drei Punkte beziehen, sind selten, da die meisten Forscher eine scharfe Grenze zwischen Arten und Varietäten ziehen, und sich dadurch von dem Studium der Kreuzungen zwischen den letzteren abhalten lassen. Unterscheiden sich somit die Eltern in mehreren Eigenschaften, so nimmt offenbar die Aussicht ab, dass alle diese Eigenschaften constante sein würden; im Gegentheil werden sich bei steigender Zahl der Differenzpunkte sehr bald constante und inconstante zusammenfinden. Um aber als constant betrachtet zu werden, muss ein Mischling solches in allen Charakteren sein; sobald auch nur eine Eigenthümlichkeit unbeständig ist, wird er schon zu der anderen Gruppe gerechnet. Gärtner betont ausdrücklich, dass viele Bastarde in den vegetativen Organen constant seien, während die Merkmale ihrer Blüthen bei der Fortpflanzung wechseln, d. h. sich in den Nachkommen verschieden verhalten und namentlich auch die im Bastard latenten elterlichen Eigenthümlichkeiten zur Schau bringen. Man sollte also eigentlich von constanten und inconstanten Eigenschaften, nicht aber von constanten und inconstanten Bastardrassen sprechen. Wenigstens bilden die letzteren einen abgeleiteten, speciellen Fall.

Ich beschreibe zunächst ein Beispiel einer constanten Bastardrasse von höchst geringer Fruchtbarkeit, welche sich aber bei künstlicher Befruchtung und geeigneter Cultur in meinem Versuchsgarten im Laufe der Generationen erhielt, ohne je eine Andeutung eines Rückschlages oder auch nur verstärkten Hinneigens zu einem der Eltern zu zeigen.

Dieser Hybride war *Oenothera muricata L.* × *O. biennis L.* Die Kreuzung führte ich 1895 aus; die erste Generation war zweijährig (1896/97), die zweite theils zwei-, theils einjährig; die dritte und vierte (1899 und 1900) cultivirte ich nur in einjährigen Exemplaren.[1] Alle diese Generationen bildeten in allen Individuen nur einen einzigen Typus, der demjenigen der *O. biennis* durchaus nahe stand.

Im Sommer 1895 bestimmte ich für die Kreuzung ein zweijähriges Exemplar von *O. muricata,* welches im vorigen Jahre als junge Rosette

[1] Die Cultur dieser Rasse wird fortgesetzt.

aus dem Freien in meinen Garten übergepflanzt worden war. Ende Juli fing das Castriren und Befruchten an; es wurde der Blüthenstaub von *O. biennis* dazu wiederum im Freien von mir eingesammelt. Der Versuch lieferte nur eine geringe Samenernte, welche im nächsten Frühling ausgesät wurde. Die Saat ergab (1896) etwas über 50 Pflanzen, von denen einige im Herbst Stengel trieben und es noch bis zum Anfang der Blüthe brachten. Die meisten aber blieben Rosetten von Wurzelblättern und wurden überwintert, aber nur drei waren im Frühling 1897 kräftig genug, um weiter cultivirt zu werden. Sie trieben hohe Stengel, blühten reichlich und wurden in Pergaminbeuteln mit ihrem eigenen Pollen befruchtet.

Sie lieferten eine ganz geringe Ernte, etwa 1 ccm pro Pflanze, während bei den elterlichen Arten jede Frucht im Mittel etwa $^1/_3$ ccm Samen enthält. Schon vor der Reife sah man es den Früchten an, dass sie viel zu klein und nur mangelhaft ausgebildet waren. Im Uebrigen glichen die Pflanzen vorwiegend der *O. biennis,* hatten namentlich deren Blätter, Stengel und Blüthen. Aber die Traube war dichter beblättert und reichblüthiger, beides Merkmale der *O. muricata.*

Von zwei Pflanzen wurden die Samen im nächsten Jahre (1898) ausgesät, und zwar in Schüsseln im Gewächshause des Laboratoriums. Die Aussaat fand Ende März statt, das erste Versetzen der Keimlinge in gedüngte Erde Anfang Mai und das Auspflanzen auf dem Beete Mitte Juni. Durch diese Behandlung gelang es einen grösseren Theil der Pflanzen bereits im ersten Sommer zum Blühen zu bringen. Ich hatte im Juni 240 junge Pflanzen, von denen nur 180 am Leben erhalten wurden; von diesen blühten im Laufe des Sommers und des Herbstes etwa 70 Exemplare. Sowohl diese als alle übrigen wiederholten dabei nur die Merkmale der vorigen Generation. Von den einjährigen gewann ich nach Selbstbefruchtung Samen, aber ganz wenig, von drei Pflanzen zusammen kaum 0,2 ccm. Die Rosetten überwinterte ich, und als sie im Juni Stengel trieben und sich alle als durchaus gleich erwiesen, rodete ich die meisten aus und behielt nur ein Dutzend übrig, welche dann im Laufe des Sommers reichlich blühten.

Die Samen von 1898 gaben im nächsten Jahre die dritte Generation. Es keimten nur 55 Exemplare, von denen etwa 20 Rosetten blieben, etwa 10 zu spät ihren Stengel bildeten, während die übrigen im ersten Jahre ihre Blüthen entfalteten und zum Theil auch Früchte reiften.

Aus selbstbefruchtetem Samen von diesen Pflanzen hatte ich

dann 1900 die vierte Generation, welche 76 Pflanzen umfasste, von denen 22 es im September zum Blühen gebracht haben; von den anderen hatten 33 meist hohe Stengel, während die übrigen zweijährig blieben.

Im Ganzen habe ich also etwas über 400 Individuen erzogen, von denen mehr als 100 geblüht haben. Es ist dies allerdings für vier Jahre kein bedeutender Umfang der Versuche, aber doch der äusserst geringen Fruchtbarkeit des Bastardes gegenüber ein befriedigendes Ergebniss. Jedenfalls reicht es aus, um die Constanz der Rasse im Laufe der Generationen darzuthun, da unter allen diesen Pflanzen keine einzige von einem abweichenden Baue vorkam. Ich habe die Hybriden in den verschiedenen Jahren mit ihren Eltern eingehend verglichen und entnehme meinen diesbezüglichen Notizen noch die folgenden Angaben, welche selbstverständlich, da man die Merkmale der Eltern noch nicht hinreichend auf die ihnen zu Grunde liegenden elementaren Eigenschaften zurückführen kann, höchstens den sehr beschränkten Werth der üblichen Beschreibungen von Bastarden haben.[1]

Wählt man im Hochsommer ein mittleres Wurzelblatt von *O. biennis* und ein solches von *O. muricata* × *O. biennis* aus und legt diese auf einander, so findet man keine nennenswerthen Differenzen. Länge, Breite und Form, sowie der Rand und die Nerven sind zum Verwechseln ähnlich. Sogar die blassröthliche Farbe des Mittelnerven ist auf den Bastard übergegangen. Selbstverständlich sind alle diese Merkmale der fluctuirenden Variation unterworfen, aber die schmalen Blätter von *O. muricata* unterscheiden sich von diesen doch stets scharf.

Die Grösse der Blumen hängt, wie bei den reinen Arten von *Oenothera*, in hohem Grade von der Jahreszeit und der individuellen Entwickelung ab. Die Bastarde sind nun keineswegs kräftiger als ihre Eltern, wenn man Culturen unter gleichen Bedingungen mit einander vergleicht. Oft scheinen die Blüthen etwas kleiner zu sein als diejenigen von *O. biennis*, oft aber auch nicht. Diese geringere Grösse mag auch damit zusammenhängen, dass sie in grösserer Anzahl hervorgebracht werden als bei *O. biennis*, denn die Trauben besitzen, wie bereits bemerkt, die Merkmale von *O. muricata*. Ihre Internodien sind zahlreicher und kürzer, ihre Blüthen also mehr gedrängt und in grösserer Anzahl sich an demselben Tage öffnend. Die Bracteen sind lang, länger als die Blüthen, oft bis hoch hinauf in die Trauben reichen.

---

[1] Max Wichura, *Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich.* S. 49.

Der Blüthenstaub ist in hohem Grade steril; die Samenknospen sind in geringerem Maasse zur Befruchtung ungeeignet. Ich überzeugte mich davon in reciproken Kreuzungen mit *O. Lamarckiana* und mit *O. biennis,* mit deren Blüthenstaub der Bastard ausreichend, wenn auch nicht reichlich Früchte und Samen bildet, während umgekehrt diese beiden Arten vom Bastard so gut wie gar nicht befruchtet werden. Es hat sich dieser sehr geringe Grad der Fertilität im Laufe der Generationen bis jetzt allem Anscheine nach unverändert erhalten.

Die im Anfang genannte *Aegilops speltaeformis* ist eine Bastardrasse, welche seit etwa einem halben Jahrhundert vielfach cultivirt wird, und welche sich jedes Jahr aus Samen in genau derselben Weise wiederholt. Auch grössere Aussaaten zeigen sich ebenso einförmig wie die besten Arten. Im Garten zu Amsterdam habe ich mich mehrfach davon überzeugen können. Sie ist ein abgeleiteter Bastard und gehört also eigentlich nicht zu der hier zu behandelnden Gruppe, soll aber dennoch, wegen ihrer allgemeinen Bekanntheit, in den Vordergrund gestellt werden.

Der Bastard von *Aegilops ovata* und *Triticum vulgare* führt den Namen *Aeg. triticoides.* Durch Befruchtung dieses Bastardes, der mit seinem eigenen Pollen steril ist, mit dem Staub des gewöhnlichen Weizens ist der abgeleitete Hybride *Aegilops speltaeformis* entstanden. Es lohnt sich, die öfters angeführte Geschichte dieser Pflanzen hier kurz zusammenzustellen.[1]

In der Gegend von Montpellier wächst *Aegilops ovata* nicht selten an den Rändern der Getreideäcker, und hier tritt der erste Bastard, *Aeg. triticoides*, bisweilen spontan auf. Esprit Fabre, der ihn zuerst beobachtete, erkannte seine Bestardnatur nicht und hielt ihn für einen Uebergang von *Aegilops* zu *Triticum.*[2] Er äusserte diese Meinung zu einer Zeit, als die Frage nach dem Ursprunge der cultivirten Pflanzen und namentlich der Getreidearten lebhaft discutirt wurde, und behauptete, in *Aegilops ovata* die wilde Stammpflanze des Weizens entdeckt zu haben. Er nahm diese vermuthliche Uebergangsform zu wiederholten Malen in Cultur; sie blieb anfangs steril, brachte aber einmal einzelne Samen, aus welchen ein sich noch mehr an den Weizen annähernder Typus hervorging, den Jordan später *Aeg. speltaeformis* nannte (1838). Diese Pflanze war fruchtbar, ergab sich als

[1] Naudin, *Ann. Sc. nat.* 1875. p. 73. Wichura, *Die Bastardbefruchtung.* 1865. S. 85. Allen Rolfe, *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24. April 1900. p. 195.

[2] E. Fabre, *Mém. Acad. Sc. et lettres Montpellier.* 1853.

constant, brachte aber von Zeit zu Zeit nebenbei Samen hervor, welche zu Weizenpflanzen heranwuchsen. Und damit glaubte FABRE den vollständigen Beweis für die Entstehung des Weizens aus einem kleinen wilden Grase gebracht zu haben.

Gegen diese Auffassung erhoben sich namentlich JORDAN und GODRON. Ersterer betrachtete *Aeg. speltaeformis* als eine eigene, unabhängige Art.[1] GODRON aber hat durch ausführliche und wiederholte Bastardirungsversuche den wahren Sachverhalt an's Licht gebracht.[2]

Die Constanz des Hybriden *Aegilops speltaeformis* ist über allen Zweifel erhoben[3] und durch eine so grosse Anzahl von Beobachtern in einer so langen Reihe von Generationen gesichert, dass ihm in dieser Beziehung kein anderes Beispiel zur Seite gestellt werden kann. Man kann einfach behaupten, dass die Pflanze seit 1838, als sie zuerst entstand, bis jetzt, also durch etwa 60 Generationen, sich unverändert erhalten hat. Die ersten 20 Generationen hat FABRE selbst cultivirt; dann erhielt GODRON Samen von ihm, und erwähnt im Jahre 1865 die 23. Generation.[4] Seitdem ist die Pflanze, wie oben hervorgehoben, in die Cultur fast aller botanischen Gärten übergegangen.[5] Rückschläge, auffallende Polymorphie oder auch nur besonders starke Variabilität sind dabei nie erwähnt worden. JORDAN's Meinung, dass *Aegilops speltaeformis* eine gewöhnliche Art sei, lässt sich schon dadurch widerlegen, dass sie im Freien nicht vorkommt, und dort auch nicht im Stande sein würde ihre Samen zur Keimung zu bringen,[6] namentlich aber durch den directen Nachweis ihres hybriden Ursprunges in GODRON's Versuchen.

GODRON kreuzte *Aegilops ovata* mit *Triticum vulgare* und erhielt *Aegilops triticoides.* Diese Pflanze befruchtete er wiederum mit Weizen und erhielt jetzt *Aegilops speltaeformis,* welche sich bis zum Jahre 1862 durch vier Generationen rein erhielt. Die Kreuzung

---

[1] ALEXIS JORDAN, *Mémoire sur l'Aegilops triticoides et sur les questions d'hybridité et de variabilité spécifique.* Ann. Sc. nat. Bot. 3. Série, T. IV. p. 295. 361. Ders., *Nouveau mémoire relatif aux Aegilops triticoides et speltaeformis.* Ann. Soc. Linn. Lyon. Nouv. Sér. T. IV. 1875. Mit einer Tafel.

[2] A. GODRON, *De l'Aegilops triticoides et de ses différentes formes.* Ann. Sc. nat. Bot. 4. Série. T. V. p. 74 und 4. Sér. T. II. 1854. p. 218. Ders. in den *Mémoires de l'Académie Stanislas à Nancy.* 1858, p. 1. 1862, p. 290—296, 1865, p. 361. Ders., *De l'espèce et des raçes.* 1872. I. p. 229.

[3] J. GRÖNLAND, *Ueber Bastardbildungen in der Gattung Aegilops.* PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. I. S. 515. Taf. 30.

[4] *Mém. Stanislas.* 1865. p. 363.

[5] WICHURA, a. a. O. 1865. S. 65. FOCKE, a. a. O. 1881. S. 411.

[6] Die Pflanze keimt nur bei künstlicher Aussaat unter guter Pflege.

wurde nach zwei Jahren von Neuem begonnen, und diese zweite Rasse hatte im Jahre 1862 bereits zwei constante Generationen hervorgebracht.[1] Während einiger Jahre wurden diese beiden Rassen im botanischen Garten von Nancy neben dem ursprünglichen *Aegilops speltaeformis* von FABRE durch GODRON cultivirt; es zeigte sich dabei überhaupt kein Unterschied.

Während vieler Jahre ist *Aegilops speltaeformis* für das einzige Beispiel eines constanten Bastardes gehalten worden.[2] In den letzten Jahrzehnten hat man aber immer zahlreichere Fälle entdeckt, und wurde damit auch der Zweifel an den diesbezüglichen Angaben der älteren Forscher zu einem wesentlichen Theile beseitigt. Denn bereits GÄRTNER erwähnt einige Hybriden, welche sich bei wiederholter Aussaat unverändert fortpflanzen sollen, wie *Geum intermedium (G. urbanum* × *rivale), Lavatera pseudolbia* × *thuringiaca, Dianthus superbus* × *D. arenarius* und einige andere Mischlinge von *Dianthus*. Auch in den Gattungen *Gladiolus, Crinum* u. a. kommen Beispiele von Constanz bis in die sechste und achte Generation vor.[3] WICHURA nennt die Hybriden seiner Weiden constant in den vier Fällen, wo reine Befruchtung möglich gewesen ist (a. a. O. S. 27). HERBERT fand den von ihm erzeugten Bastard von *Petunia nyctaginiflora* und *P. phoenicea* bei wiederholter Aussaat in einer grösseren Anzahl von Individuen einförmig[4] und erhielt auch in der Gattung *Loasa* einen durch mehrere Generationen constanten Mischling.[5] HURST nennt unter den Orchideen *Paphiopedilum Harrisianum (= P. barbatum* × *P. villosum)* und *P. vexillarium (= P barbatum* × *Fairieanum)* als samenbeständig. Ebenso den Bastard von *Epidendrum radicans* und *E. evectum,* mit Ausnahme der Blüthenfarbe.[6] ALLEN ROLFE berichtet über eine Kreuzung, welche von BELL. SALTER zwischen *Epilobium tetragonum* und *E. montanum* ausgeführt wurde; die Mischlinge waren intermediär zwischen den Eltern und diejenigen der beiden reciproken Kreuzungen waren von einander nicht zu unterscheiden. Während vier Jahren wurden die Bastarde durch ihren Samen vermehrt, und erhielten sie sich echt.[7] *Medicago media (= M. falcata* × *sativa)* ist eine seit Jahrzehnten im Grossen angebaute, constante Bastardrasse, welche oben bereits besprochen wurde.

---

[1] *Mém. Stanislas.* 1862. p. 290.
[2] NAUDIN, *Nouv. Arch. du Muséum.* 1869. p. 159.
[3] GÄRTNER a. a. O. S. 421 und 149.
[4] *Hybrid Conference Report,* a. a. O. S. 124.
[5] DARWIN, *Das Variiren.* II. S. 130.
[6] *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24. S. 124.
[7] *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24. S. 182.

Die früher erwähnten einseitigen Bastarde aus der Gattung *Fragaria*, welche MILLARDET erzeugt und beschrieben hat, erwiesen sich nahezu alle, soweit sie untersucht wurden, als unverändert bei der Aussaat, und dasselbe gilt auch von der oben (S. 31) beschriebenen *Oenothera Lamarckiana* × *biennis*, sowie von den Hybriden von *Hieracium* in den Untersuchungen von MENDEL und von PETER, in denen sogar die beiden Typen eines in der ersten Generation zweiförmigen Bastardes sich in den folgenden Generationen als constant erwiesen.[1]

Einige constante Bastardrassen sind im Gartenbau als Samen im Handel, so z. B. die bekannte *Veronica Andersonii* (= *V. salicifolia* × *V. speciosa*), welche zwischen ihren Eltern intermediär ist.[2] Am wichtigsten sind aber wohl die Bastardirungsversuche JANCZEWSKI's in der Gattung *Anemone*, und namentlieh seine Verbindung von *A. magellanica* mit *A. silvestris*, welcher Bastard in der zweiten und dritten Generation der ersteren völlig glich, und sich auch sonst in jeder Hinsicht als eine gute Art verhielt. JANCZEWSKI folgert daraus: „Il faut alors considérer la plante hybride comme une nouvelle espèce d'Anemone, parfaitement constante et féconde", und nur der theilweise sterile Blüthenstaub könnte noch den hybriden Ursprung verrathen.[3] An diese Bastarde würden sich die von KERNER beschriebenen wildwachsenden Bastardrassen anreihen lassen. Da diese aber für die Frage nach dem Antheile der Bastardirung an der Entstehung neuer Arten von höchster Bedeutung sind, werde ich sie erst bei der Besprechung dieses Gegenstandes anführen.

Aus den mitgetheilten Beispielen folgern wir also, dass es eine nicht unerhebliche Reihe von constanten Rassen giebt, welche durch künstliche Verbindung von zwei verschiedenen Arten entstanden sind, und sich im Laufe der Generationen in jeder Beziehung, höchstens mit Ausnahme der verminderten Fruchtbarkeit, wie gewöhnliche Arten verhalten. Solche constante Bastardrassen können aber offenbar nur dann entstehen, wenn sich unter den Unterschieden zwischen den Eltern kein

[1] Die zahlreichen von RIMPAU und Anderen nach den Spaltungen in der zweiten Generation der Bastarde beim Getreide erhaltenen constanten Bastardrassen könnten hier gleichfalls angeschlossen werden. Vergl. unten.

[2] M. ABBADO, *L'ibridismo nei vegetali.* Nuovo Giorn. bot. italiano. V. Nr. 1—3. 1898. S. 52. Vergl. auch WILSON, *Bot. Jaarboek* 1891 und FOCKE, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 325.

[3] E. DE JANCZEWSKI, *Les Hybrides du genre Anemone.* Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie. Juin 1889 et Juin 1892. p. 230.

einziger Charakter findet, welcher sich in den Nachkommen der Bastarde anders verhält. Kommen aber solche neben den constanten Merkmalen vor, so gehört der Bastard in die Gruppe, welche wir im nächsten Paragraphen zu behandeln haben.

§ 9. Die inconstanten Bastardformen.

Die allgemeine Regel für das Verhalten der einfachen Bastarde ist, dass sie bei Selbstbefruchtung in den nachfolgenden Generationen unbeständig sind. Der Gärtner sagt, dass sie zu variiren anfangen, für den Botaniker bringt aber das Wort Variiren, sobald es ausserhalb des Gebietes der fluktuirenden Variabilität gebraucht wird, bekanntlich nur vage und unscharf umschriebene Vorstellungen mit sich. In den Nachkommen trennen sich die im Bastard theils sichtbaren, theils latenten Eigenschaften seiner beiden Eltern; diese Trennungen können mehr oder weniger vollständige sein.

Bereits Gärtner hat gefunden, dass dieser Wechsel nicht nothwendiger Weise alle Eigenschaften eines Bastardes trifft, dass gerade im Gegentheil nur einige davon berührt werden, während andere constant bleiben. Er giebt an, dass namentlich die Merkmale der generativen Organe zur Abwechslung geneigt sind, und unter diesen die Blüthenfarbe wohl in erster Linie; die vegetativen Organe verhalten sich meist nach der Art der constanten Bastardrassen.[1] Diese Eintheilung soll aber keine scharfe sein und mehr das Vorhandensein eines Gegensatzes betonen, als die Natur dieses Gegensatzes erläutern. Nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft würde man eher sagen können, dass die systematisch höheren Merkmale im Allgemeinen mehr constant sind, während die geringwerthigen, oberflächlichen Eigenschaften, wie Farbe, Behaarung, Bewaffnung u. s. w. mehr zur Inconstanz neigen. Doch ist auch bei dieser Fassung die Grenze zwischen beiden Gruppen noch durchaus keine scharfe.

Die Bezeichnung: halbconstante Bastardrassen würde somit auf die meisten fruchtbaren Bastarde Anwendung finden können. Ausgenommen wären einerseits nur die oben besprochenen constanten, und andererseits viele Hybriden, deren Eltern sich nur in einem oder einigen wenigen Merkmalen von einander unterscheiden.

Aber gerade die Thatsache, dass die meisten Bastarde in ihren Nachkommen in einzelnen Merkmalen constant sind, in anderen aber nicht, führt uns wieder zurück zu unserem Prinzip, dass nicht die

[1] Gärtner, a. a. O. S. 388 und 422.

Gesammtheit der Merkmale eines Bastardes Gegenstand wissenschaftlicher Erforschung sein sollte. Jede einzelne Eigenthümlichkeit sollte für sich betrachtet werden, und erst, wenn für die einzelnen Eigenschaften die Gesetze bekannt wären, sollte man ihre Verbindung zu dem Gesammtbilde versuchen. Aber bis dahin ist allerdings noch viele Arbeit erforderlich.

Das erwähnte Verhalten ist so allgemein, dass es sich kaum lohnt, Beispiele anzuführen. Andererseits sind die Angaben über die Inconstanz meist nicht so scharf formulirt, dass man stets genau entscheiden könnte, welche Eigenschaften beständig bleiben und welche nicht. Dieses aber wäre offenbar das Wichtigste, und Einzelnes hierüber wurde in dem vorigen Paragraphen bereits gelegentlich mitgetheilt. Herbert fand, dass *Amaryllis Johnsoni (= A. regia × A. vittata)* in der zweiten Generation verschiedene Formen und Farben der Blüthen hervorbrachte. Gärtner giebt an, dass *Nicotiana rustica × N. paniculata, Aquilegia vulgaris × canadensis, Dianthus barbatus × chinensis, Linum perenne × austriacum* sich in der zweiten Generation derart verhalten, dass einige Individuen mehr zum Grossvater und andere zu der Grossmutter hinneigen, während die meisten intermediär bleiben. Je näher die Eltern verwandt sind, um so grösser wird diese „Variabilität", wie *Lobelia cardinalis × fulgens, L. cardinalis × splendens, Lychnis vespertina × diurna,* und namentlich sehr zahlreiche Varietätsbastarde lehren. *Berberis stenophylla* ist ein käuflicher Bastard zwischen *B. Darwinii* und *B. empetrifolia.* Hurst säte davon soviel Samen aus, dass er etwa 500 Bastarde zweiter Generation erhielt (a. a. O. S. 121); 90 % waren wiederum *B. stenophylla,* während die übrigen 10 % zwischen dieser und den beiden Eltern in den verschiedensten Graden schwankten. *Lactuca virosa × sativa* wurde von Naudin zufällig gefunden, und brachte in der nächsten Generation eine grosse Reihe von Formen hervor.[1]

Im zweiten Abschnitt werden wir diejenigen Fälle zusammenstellen, welche für eine methodische Behandlung ausreichend einfach und klar sind. Es giebt daneben aber sehr viele, für welche unsere Kenntniss noch keineswegs eine genügende ist. Doch scheint es, dass die Variabilität in der zweiten Generation oft derjenigen analog ist, welche wir oben (§ 6 S. 46) für die erste Generation behandelt haben, und dass namentlich dann, wenn die ursprünglichen Bastarde einförmig sind, sich in ihren Nachkommen bisweilen eine Variabilität einstellt, welche vorläufig wenigstens als ein Schwanken zwischen den beiden

[1] Ch. Naudin, *Ann. Sc. nat.* 1875. S. 73.

elterlichen Extremen zu betrachten ist. Ich führe als Beispiel das Verhalten einiger Zwergvarietäten an, wie es bei Erbsen und anderen Arten von verschiedenen Forschern beobachtet wurde.

Sehr geeignet zu diesen Beobachtungen sind die Zwergvarietäten des gewöhnlichen Mohnes, von denen mehrere im Handel sind. Ich wählte *Papaver somniferum nanum album plenum,* den sogenannten weissen Schwan, eine Varietät, welche ich durch viele Jahre cultivirt und bei reiner Befruchtung durchaus constant gefunden habe. Sie erreicht etwa 80 cm, also nur wenig mehr als die halbe Höhe des gewöhnlichen *P. somniferum* (130 cm), bei gleicher Cultur. Nach der Castration befruchtete ich einige Blüthen des Zwerges mit der hohen Sorte *Mephisto.* Ich hatte im Sommer 1894 etwa 160 Bastarde, alle von derselben Höhe wie der Vater, und auch sonst höchst einförmig. Ich wählte zwei Exemplare für die Selbstbefruchtung aus und hatte aus ihrem Samen im nächsten Jahre wiederum etwa 160 Exemplare, welche in jeder Hinsicht ein buntes Gemisch von Formen bildeten, und in Bezug auf die Höhe in allen Stufen zwischen den Stammeltern schwankten. Pflanzen von mittlerer Höhe bildeten die Mehrzahl, gingen aber so continuirlich in höhere und niedere Formen über, dass keine Grenzen anzugeben waren.



Fig. 15. *Papaver somniferum nanum album plenum,* der weisse Schwan. Eine ganze Pflanze.

Aehnlich verhielt sich die Zwergform des *Antirrhinum majus* in der dritten Generation. Ich befruchtete im Sommer 1896 einige Blüthen einer niedrigen Varietät mit dem Staub einer hohen Sorte. Die Zwergvarietäten sind sehr gedrungen, mit kurzen Trauben, welche auf kurzen Aesten dicht zusammen stehen; die hohe Sorte erreicht etwa die doppelte Höhe und ist von lockerem Bau und mit langen abstehenden Seitenzweigen mit gleichfalls langen Trauben. Beide Sorten

fand ich in umfangreicher, mehrjähriger Cultur samenbeständig und rein. Ich erzog im Jahre nach der Kreuzung etwa 250 Bastarde; sie hatten alle dieselbe Höhe wie die väterliche Sorte. In dieser Cultur wählte ich eine Pflanze für die künstliche Selbstbefruchtung aus, säte ihre Samen im Jahre 1898 und hatte 41 hohe und 4 zwergige Individuen. Als ich nun diese letzteren in Pergaminbeuteln, jedes mit seinem eigenen Staub, befruchtet hatte, erhielt ich im Sommer 1899 vier Beete, jedes von einer Mutter, welche in Bezug auf die Höhe der Individuen die bunteste Mischung zeigten. Auf jedem Beet kamen typische Zwerge mit gedrungenem Bau, nebst hohen, locker verzweigten Individuen mit langen, blüthenreichen Trauben vor. Erstere trugen die Merkmale der Urgrossmütter, letztere diejenigen der Urgrossväter. Dazwischen gab es alle Uebergänge. Versuche, die Grössen durch Messungen festzustellen, scheiterten an dem Mangel eines brauchbaren Merkmales, denn die Trauben schliessen am Gipfel ihr Wachsthum nicht scharf ab. Die vier Beete trugen zusammen etwas über 600 blühende Pflanzen, von denen sehr viele theils hoch, theils zwergig waren, indem die mittleren Formen keineswegs die Mehrzahl bildeten.[1]

Es giebt eine Reihe von Gartenpflanzen, in denen das eine oder das andere Merkmal derart variirt, dass man ein ähnliches Schwanken zwischen zwei Extremen annehmen kann. Und die Umstände legen dann oft die Vermuthung einer Vermischung zweier getrennter Rassen nahe. Solches war z. B. der Fall in den im ersten Bande beschriebenen Versuchen mit *Chrysanthemum segetum* (Bd. I, S. 527, Fig. 149 und S. 534—535). Hier gab die Mischung der 13-strahligen und der 21-strahligen Rasse nicht eine Curve, welche der Summe der Curven dieser beiden Rassen entsprach, sondern eine solche, welche zwar zweigipfelig war, aber ausserhalb der beiden Gipfel auf 13 und 21 Strahlen viel zu wenig Individuen enthielt, während zwischen diesen Gipfeln die Individuen derart angehäuft waren, dass sogar ein secundärer Gipfel auf etwa 17 Strahlen entstand.[2]

Ueberblicken wir die in diesem Paragraphen mitgetheilten Thatsachen, so ergiebt sich einerseits, dass Unbeständigkeit in den späteren Generationen bei einfachen Bastarden die allgemeine Regel ist, dass sie aber andererseits gewöhnlich nur einen Theil der Eigenschaften betrifft, während andere

[1] Die Zwerge von *Oenothera Lamarckiana,* welche ich im ersten Bande als *O. nanella* beschrieben habe, geben bei Kreuzungen mit der Mutterart solche Zwischenformen nicht. Vergl. unten.

[2] Vergl. hierüber den folgenden Abschnitt.

constant bleiben. Das eingehendere Studium dieser Erscheinungen erfordert somit eine Trennung der verschiedenen Eigenschaften von einander, und eine gesonderte Behandlung jeder einzelnen; dieses Princip soll aber erst in den nächstfolgenden Abschnitten durchgeführt werden.

III. Die Folgen wiederholter Kreuzungen.

§ 10. Zweielterliche abgeleitete Bastarde.

Was wir Arten nennen, sagt Bateson, sind Mischungen von verschiedenen, theilweise sehr ungleichartigen Erscheinungen, und es ist die Aufgabe der wissenschaftlichen Kreuzungsversuche, diese ausserordentliche Quelle von Verwirrungen zu zergliedern. Nur in dieser Weise kann eine empirische Grundlage gewonnen werden, welche uns von dem ewigen Streite, was Arten sind und was nicht, wird erlösen können.[1]

Ich schliesse mich diesem Ausspruche durchaus an. Die Zerlegung der Artcharaktere in ihre einzelnen Factoren ist auch für mich eins der Hauptziele der Bastardlehre. Wir können die Elemente der Art nun einmal nicht von den lebenden Organismen selbst trennen und gesondert untersuchen, etwa wie man die Krankheitserreger isoliren und für sich cultiviren kann. Für eine elementare Eigenschaft bleibt wohl immer die Pflanze oder das Thier selbst der einzige Culturboden, auf dem sie wächst.

Diese Culturböden aber sind so zusammengesetzt, dass an eine vollständige Analyse bei Weitem noch nicht zu denken ist. Wir sind darauf beschränkt, sie zu wählen, wie wir sie finden, wir können nur dafür sorgen, dass in vergleichenden Versuchen die Differenzpunkte möglichst wenig zahlreich und möglichst klar sind, und dass im Uebrigen die Culturböden einander völlig gleich bleiben.

Die einfachen Bastarde der ersten Generation, also die unmittelbaren Nachkommen aus der Verbindung zweier reiner Typen, lehren in der Regel in dieser Beziehung nicht viel, und auch die constanten Bastardrassen, oder der in den späteren Generationen constant bleibende Theil der Bastardeigenschaften trägt noch wenig zur Analyse bei. Erst die Inconstanz bietet die Mittel zur Zergliederung.

[1] *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24. 1900. S. 66.

Hier lernt man die Einheiten kennen, welche sich von einander loslösen lassen, und ebenso die Gruppen der äusserlich sichtbaren Merkmale, welche unzertrennbar verbunden sind, und also wohl nur die Aeusserungen je einer einzelnen elementaren Eigenschaft sind.

Aber bei Weitem nicht alle Eigenschaften trennen sich in den Nachkommen der Bastarde. Gerade die wichtigeren, tieferen, sogenannt systematisch höheren pflegen unverändert auf die folgenden Generationen überzugehen. Hier gilt es also, nach neuen Methoden zu suchen, um dennoch das Ziel zu erreichen.

Diese neuen Wege sucht die Bastardlehre in den wiederholten Kreuzungen. Die hybriden Exemplare werden dazu nicht mit dem eigenen Blüthenstaub, sondern mit demjenigen einer verwandten Art oder eines neuen Mischlings befruchtet. Die Producte nennt man abgeleitete Bastarde. Unter ihnen unterscheidet man die zweielterlichen oder binären, die dreielterlichen oder ternären u. s. w., je nach der Anzahl der ursprünglichen reinen Arten oder Typen, welche schliesslich zu der Entstehung des Bastardes beigetragen haben, oder welche, wie man häufig, aber unrichtiger Weise sagt, in dem Bastard verbunden sind. Ich nenne diese Bezeichnung unrichtig, weil man meist gar nicht weiss, ob alle Eigenschaften aller Eltern, oder auch nur von jedem Elter ein oder einige Merkmale in dem Bastard beibehalten worden sind. Sie können ja gerade durch die Inconstanz oder vielleicht durch andere uns noch unbekannte Vorgänge theilweise eliminirt worden sein. Hierauf komme ich aber erst im nächsten Paragraphen zurück.

Zweielterliche oder binäre abgeleitete Bastarde nennt man diejenigen, welche durch die Kreuzung mit einer der ursprünglichen Stammarten entstanden sind. Stellt man den unmittelbaren Mischling vor durch $a \times b$, so sind die abgeleiteten binären Bastarde $a \times b \times b$, $a \times b \times a$, und bei weiteren Kreuzungen $a \times b \times b \times b$ u. s. w. Gärtner nannte die Typen $a \times b \times b$ und $a \times b \times a$ väterliche bezw. mütterliche Bastarde. Kölreuter und Gärtner legten ein grosses Gewicht auf die Kreuzungen nach dem Typus $a \times b \times b \times b$ u. s. w., und $a \times b \times a \times a$ u. s. w. und nannten diese Versuche das Ueberführen der einen Art in die andere. Sie suchten dabei die Frage zu beantworten, wie viele Generationen dazu erforderlich wären.

Bei der Behandlung der einfachen Bastarde wird man, wie wir im Vorhergehenden gesehen haben, immer mehr dazu gezwungen, die constanten und die inconstanten Eigenschaften auseinander zu halten. Solches ist aber bei den abgeleiteten Mischlingen in noch höherem Grade der Fall. Betrachten wir die Möglichkeiten etwas genauer,

welche sich bei der Kreuzung eines Bastardes mit einer seiner Stammformen darbieten. Handelt es sich um eine beständige Bastardrasse, so sind die Samenknospen der hybriden Mutter, soweit sie befruchtet werden, einander im Wesentlichen gleich, und die Kreuzung kann unmittelbar mit einer künstlichen Verbindung zweier reiner Typen verglichen werden. Handelt es sich aber um Eigenschaften, welche sich in den Kindern des Bastardes verschieden verhalten, so sind offenbar bereits die Samenknospen unter sich ungleich, und werden somit bei der Befruchtung wie eine Mischung wirken. Im ersteren Falle besteht die Möglichkeit einer gleichförmigen neuen Bastardgeneration, und lässt sich erwarten, dass dies die Regel sein wird und dass Schwankungen oder Variabilität nach ähnlichen Gesetzen, in besonderen Fällen, eintreten werden, wie bei den Kreuzungen reiner Typen. Im zweiten Falle werden sich offenbar die Nachkommen so herausstellen, als ob als Mutter nicht eine einzige Form, sondern eine Mischung verwandter Arten oder Varietäten gewählt worden wäre. Es lohnt sich dann kaum, die Züge der ganzen neuen Generation zusammenfassend zu beschreiben; viel zweckmässiger wäre es, die Gruppen verschiedener Herkunft so viel wie möglich auseinander zu halten.

Leider eignet sich die vorliegende Literatur zu einer eingehenden, kritischen Behandlung um so weniger, je complicirter die Erscheinungen sind. Die Widersprüche zwischen den einzelnen Autoren lassen sich meist nur durch Controleversuche lösen, und so lange man die allgemeinen Gesetze der Kreuzungsvorgänge, und namentlich den Einfluss der Lebenslage nur so oberflächlich kennt, wie es jetzt noch der Fall ist, besteht immer die Aussicht, dass Wiederholungen zu neuen Widersprüchen und somit zu einer Vergrösserung der Verwirrung führen werden. Der einzige Weg, den die Forschung unter solchen Umständen einzuschlagen hat, ist offenbar das Aufsuchen möglichst einfacher und klarer Fälle, und ein eingehendes Studium von diesen.

Nach diesen Auseinandersetzungen komme ich zu der Vorführung einer Reihe von Beispielen, und fange mit der wiederholten Kreuzung einer constanten Bastardrasse an. Ich wähle dazu den oben (§ 8, S. 67—70) beschriebenen Mischling *Oenothera muricata* × *biennis*, der sich durch vier Generationen constant und einförmig erhalten hat. Diesen habe ich einerseits mit *O. muricata*, andererseits mit *O. biennis* gekreuzt. Die Operationen fanden im Sommer 1899 statt, und es dienten dazu theilweise überwinterte zweijährige Pflanzen aus der zweiten, zum anderen Theile aber einjährige Individuen aus der dritten Generation. Wegen der hohen Sterilität des Pollens dieser Bastardrasse wurden die Hybriden als Mütter, und die reinen Arten als Väter benutzt.

Für die Versuche wurden die Bastarde castrirt. Da solches aber nicht selten, zumal wenn es zu früh stattfindet, die Blüthen unbefruchtet abfallen lässt, wurden daneben auch Versuche angestellt, in denen das Castriren unterlassen wurde. Bei der hohen Sterilität des eigenen Blüthenstaubes schien diese Methode wohl zulässlich, und sind die Versuche in denjenigen Fällen, wo die abgeleiteten Bastarde einförmig und denjenigen aus den Castrationsversuchen gleich waren, jedenfalls völlig beweiskräftig. Sie liefern aber den Vortheil einer erheblicheren Ernte bei viel geringerem Zeitaufwand.

Die Bastarde wurden in dieser Weise im August 1899 mit den beiden Eltern, also mit *O. biennis* und *O. muricata,* gekreuzt. Beide Verbindungen gaben einen eindeutigen Erfolg. Es wurden von der erstgenannten etwa 80 Kinder der castrirten und ebensoviele der nicht castrirten Mütter erzogen. In jeder dieser beiden Gruppen brachte etwa die Hälfte der Pflanzen es zur Blüthe, während die übrigen theils ihre Stengel zu spät trieben, theils Rosetten blieben, theils im Laufe des Sommers starben. Die Blüthe dauerte von Ende August bis etwa Mitte October. Alle diese Pflanzen waren sonst unter sich gleich, und von der Mutterform *O. muricata* × *biennis* nicht merklich verschieden. Selbst die dichten, langbeblätterten und reichblühenden Trauben waren dieselben. Ob sie eine Annäherung an *O. biennis* darstellten, vermag ich, bei der grossen Uebereinstimmung des ursprünglichen Bastardes mit dieser Stammform, nicht zu entscheiden.

Die Kreuzung des Bastardes mit *O. muricata* verhielt sich in dieser Hinsicht ähnlich. Auch hier war die ganze Generation wiederum einförmig. Sie umfasste wie oben 80 Pflanzen von castrirten und 80 von nicht castrirten Müttern, nachdem eine zwei bis drei Mal grössere Anzahl im Juni, beim Auspflanzen, weggeworfen worden war. Aber alle diese Pflänzchen waren unter sich gleich, und die ausgepflanzten zeigten auch im August keine Unterschiede, als sie alle ihren Stengel getrieben hatten und die Hälfte bereits in voller Blüthe war.

Weder in dieser Periode noch in der Jugend unterschieden die abgeleiteten Bastarde sich merklich von der *O. muricata,* was wohl daher rührt, dass der primäre Bastard *O. biennis* × *muricata* dem reciproken Mischlinge nicht gleich ist, sondern sich dem väterlichen Typus bedeutend nähert. Die neuen Hybriden wurden in Bezug auf die Blätter, Stengel, Blüthen und Früchte sowie auf die ganze Tracht,

[1] Dieses zeigt ferner, dass das Castriren völlig überflüssig gewesen war. Denn hätte Selbstbefruchtung stattgefunden, so würden die so entstandenen Bastarde sich sofort und auffällig von den übrigen unterschieden haben, da sie den zuerst beschriebenen *biennis*-ähnlichen Typus gehabt haben würden.

auch auf das Ueberhängen der Gipfel, genau verglichen, aber ohne dass es gelang, durchgehende Differenzen aufzufinden.[1] Die mit *O. muricata* befruchteten Exemplare gehörten der dritten Bastardgeneration an.

Nach GÄRTNER sind die väterlichen Bastarde oft einförmig, in vielen Fällen aber geben sie zwei verschiedene Typen; bisweilen kommt dazu sogar noch eine dritte, meist nur in einem oder einigen wenigen Individuen auftretende Form (a. a. O. S. 430—431). Grössere Variabilität scheint nur unter besonderen, bis jetzt noch nicht aufgeklärten Bedingungen, vielleicht durch mehrmals wiederholte Kreuzungen mit den beiden Eltern, oder bei sehr inconstanten Eigenschaften einzutreten. Ich führe davon zwei verschiedene, aber noch Zweifeln unterworfene Beispiele an.[1]

Linaria vulgaris × *purpurea* bildet wohl den bekanntesten Fall von Variabilität im ganzen Gebiete der Bastardlehre. NAUDIN cultivirte sie durch eine längere Reihe von Generationen und beschreibt den dabei jedesmal auftretenden Formen- und Farbenreichthum in ausführlicher Weise.[2] Die diesen Darstellungen beigegebene Tafel mag auch viel dazu beigetragen haben, diesem Versuch bei Erörterungen über die Variabilität der Bastarde einen hervorragenden Platz einzuräumen. Doch hat es auch nicht an kritischen Bemerkungen gefehlt. Namentlich hat GODRON darauf aufmerksam gemacht, dass NAUDIN für die Isolirung seiner Blüthen nur sehr ungenügende Maassregeln nahm.[3]

NAUDIN befruchtete im Jahre 1854 *Linaria vulgaris* mit *L. purpurea* und erhielt drei Pflanzen, welche einander gleich und zwischen den Eltern genau intermediär waren, aber erst im zweiten Jahre keimfähige Samen trugen. Diese Samen wurden im nächsten Jahre vergessen und erst 1858 ausgesät. Sie gaben ein grosses Beet mit etwa 400 blühenden Pflanzen, in denen eine unabsehbare Mannigfaltigkeit der Formen auftrat. Wie die Pflanzen befruchtet waren, bleibt undeutlich. GODRON behauptet, dass dieser Bastard, wenigstens in seinen Versuchen, stets mit seinem eigenen Blüthenstaub steril gewesen sei, und dass somit NAUDIN's Pflanzen wohl durch eine oder beide Stammarten, und namentlich durch *Linaria vulgaris* befruchtet sein dürften, und NAUDIN selbst sagt darüber (S. 99): „Cet emprunt

[1] Eine Wiederholung der beiden zu beschreibenden Versuche scheint mir dringend geboten, und habe ich diese auch bereits in Angriff genommen.

[2] CHARLES NAUDIN, *Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux.* Nouv. Archiv. du Muséum d'histoire naturelle à Paris. 1865. (1869; Mémoire présenté en 1861.) p. 96—105. Pl. V.

[3] GODRON, *Mém. Acad. Stanislas.* 1862.

de pollen à l'espèce type est sans doute probable", aber doch war er wohl nicht die einzige Ursache der grossen Variabilität.

Wie dem auch sei, die 400 Hybriden zeigten die verschiedensten Abstufungen zwischen den Stammarten. Etwa 9 % von ihnen konnten von *Linaria vulgaris* nicht unterschieden werden, 21 % verhielten sich nahezu so wie die Bastarde der ersten Generation, zeigten aber unter sich in untergeordneten Punkten noch manche Abweichungen, 5 % näherten sich ziemlich dicht der *L. purpurea*, und eine einzige Pflanze war dieser in jeder Hinsicht gleich. Alle die übrigen, 65 %, stellten sich zwischen die *Linaria vulgaris* und den ursprünglichen Bastard, ohne dass es möglich gewesen wäre, unter diesen nahezu 300 Exemplaren zwei zu finden, welche dieselbe Mischung der elterlichen Eigenschaften aufwiesen. Die Differenzpunkte der Eltern aber lagen in der Höhe und der Verzweigung der Stengel, in der Grösse und der Farbe der Blüthen, und in den orangenen Unterlippen der *L. vulgaris*.

Aus dieser Mischung wurden Samen der verschiedenen Typen, aber ohne reine Bestäubung gesammelt, und während fünf Generationen und mehr wiederholte sich die auffallende Variabilität.[1]

Geum intermedium (= Geum urbanum × rivale) ist ein häufiger, oft spontan auftretender und von mehreren Forschern künstlich gemachter, in geringem Grade fertiler aber constanter Bastard.[2] Eine ausführliche und kritische Uebersicht des über ihn Bekannten gab vor wenigen Jahren der jetzt verstorbene französische Forscher E. Roze, der auch selbst den Bastard gemacht hat,[3] indem er *G. urbanum* mit *G. rivale* befruchtete. Die von ihm erhaltenen Mischlinge stimmten völlig mit den bekannten Beschreibungen des *G. intermedium* überein. Herr Roze hatte die Freundlichkeit, mir die Samen dieses Hybriden zur weiteren Fortzucht zu überlassen, theilte aber in seinem Briefe (Oct. 1896) über deren Befruchtung nichts mit. Aus diesen Samen erzog ich weit über 100 Pflanzen, welche im Jahre 1898 und in den nächstfolgenden Jahren äusserst reichlich geblüht haben und dabei eine unabsehbare Mannigfaltigkeit in den Verbindungen der elterlichen Merkmale zeigten. Auch hier waren wohl keine zwei Exemplare einander gleich und sah man fast alle denkbaren Combinationen der beiden ursprünglichen Typen. Obgleich ich über die Constanz des

[1] Naudin, a. a. O. und *Ann. Sc. nat.* 1865. S. 159.

[2] Gärtner, a. a. O. S. 422. Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden.* Verhandl. d. naturf. Vereins Brünn. IV. 1865. S. 40 und Ostwald's Klassiker. 1901. S. 40.

[3] E. Roze, *Le Geum rivali-urbanum,* in Bull. Soc. bot. France. Tome XLIII. 1896. p. 273.

Geum intermedium bei reiner Befruchtung selbst keine Erfahrung habe, liegt es auf der Hand, wenigstens einen sehr erheblichen Theil dieses Formenwechsels einer zufälligen Bestäubung mit stammelterlichem Pcllen zuzuschreiben.

Ausser diesen beiden Beispielen giebt es eine Reihe von Beobachtungen, in denen die zweite Generation einen mehr oder weniger auffallenden Formenreichthum zeigte. Handelt es sich nur um inconstante Eigenschaften, so hat solches weiter nichts Auffallendes. In anderen Fällen dürfte die Ansicht Godron's zutreffen, dass eine Kreuzung des Bastardes mit einer der elterlichen Formen die Ursache der erhöhten Variabilität gewesen sei.[1] So ist z. B. *Primula variabilis* ein häufig wildwachsender Hybride zwischen *P. officinalis* und *P. acaulis,* der in seinen Nachkommen den Formenreichthum unserer Garten-Primeln erzeugt und davon seinen Namen erhalten hat. Aber Godron, der diesen Bastard auch künstlich machte, fand ihn stets mit seinem eigenen Blüthenstaub steril, und behauptet somit, dass die vielen Formen der Nachkommen durch Befruchtung mit den Elternarten entstehen.[2]

Wie oben bereits bemerkt wurde, haben Kölreuter und Gärtner ein grosses Gewicht auf die Frage gelegt, durch wie viele Kreuzungen ein Bastard in eine der stammelterlichen Formen übergeführt werden kann. Dabei wurde vorausgesetzt, dass der Mischling in einer Reihe von Generationen ausschliesslich mit dem Blüthenstaub entweder der einen oder der anderen Stammart befruchtet würde. Die neuen Hybriden glichen selbstverständlich jedes Jahr mehr dem gewählten Vater, bis ein Unterschied nicht mehr zu sehen war. Gärtner giebt eine Liste von Beispielen (a. a. O. S. 463), aus denen ich hier die folgenden hervorhebe:

Aquilegia	*atropurpurea*	in	*canadensis*	in der	3.	Generation,
„	*canadensis*	„	*vulgaris*	„ „	4.	„
Nicotiana	*rustica*	„	*paniculata*	„ „	4.—5.	„
Dianthus	*chinensis*	„	*barbatus*	„ „	5.	„
„	*superbus*	„	*barbatus*	„ „	5.—6.	„

An diese schliessen sich die übrigen Bastarde der Liste an, indem sie alle in der 3. bis 6. Generation in den Stammvater umgewandelt wurden. Bei anderen Kreuzungen kehrte bisweilen der Bastard sofort zum Typus des neuen Vaters zurück, und solches war z. B. in Naudin's

[1] Godron, *Mém. Acad. Stanislas.* 1862. S. 261—263 u. s. w.

[2] Vergl. auch den Primel-Bastard Naudin's in *Nouv. Archives du Muséum.* 1865. S. 38 und Taf. III.

angeführtem Versuche mit *Linaria vulgaris* × *purpurea* in Bezug auf die Rückkehr zu *L. vulgaris* der Fall.

Es ist klar, dass es sich bei dieser Ueberführung wesentlich um die constanten und nur nebenbei um die übrigen Kennzeichen handelt. Denn die Inconstanz besteht ja gerade darin, dass die im Bastard verbundenen Eigenschaften der Eltern sich in seinen Nachkommen trennen und wieder isolirt activ und sichtbar werden. Dazu bedarf es also einer Rückkreuzung mit einer der Stammformen gar nicht. Es genügt einfach eine Wahl aus den durch Selbstbefruchtung erhaltenen Nachkommen, und diese Wahl kann, wie MENDEL[1] ausführlich darlegt, bei umfangreichen Culturen stets bereits in der ersten Generation der Nachkommen des Bastardes zum Ziele führen. Es handelt sich ja nur darum, ein Individuum zu finden, in welchem die einzelnen Eigenschaften in derselben Weise verbunden sind als bei einem der Eltern. Die constanten Eigenschaften verhalten sich aber anders, denn sie sind in allen Individuen einer Bastardrasse dieselben, ändern sich im Laufe der Generationen nicht und gestatten somit keine Wahl. Die erwähnten KÖLREUTER-GÄRTNER'schen Versuche sind also doppelte gewesen; sie wählten in Bezug auf die inconstanten Merkmale die sich dem Ziele nähernden Individuen aus und schwächten die constanten Eigenthümlichkeiten des Bastardes durch die neuen Kreuzungen in einer bestimmten Richtung allmählich ab. Sie sind aber gerade aus diesem Grunde wichtig, da sie wiederum auf die Nothwendigkeit hinweisen, zwischen diesen beiden Haupttypen der elementaren Eigenschaften zu unterscheiden.

§ 11. Ternäre und mehrfache Bastarde.

Nicht die Bastardirung, sondern die wiederholte Bastardirung ist im Gartenbau die wahre Quelle der „Variabilität". Erst dadurch, dass drei, vier und mehr Sorten in den Hybriden verbunden werden, erreicht der Gärtner den bewunderungswerthen Formenreichthum seiner variablen Bastardrassen. Diese sind, wie ich bereits mehrfach betont habe, nicht im eigentlichen Sinne variable, sondern bestehen vielmehr aus einer grossen Reihe von Einzelformen, welche dann, bei neuen Kreuzungen, jedesmal diesen Reichthum erhöhen, indem sie alle, oder doch in möglichst grosser Anzahl, zur Erzeugung neuer Bastarde herangezogen werden.

---

[1] GREGOR MENDEL, a. a. O. S. 45—46.

Was die gärtnerischen Erfahrungen uns auf diesem Gebiete lehren, werde ich im nächsten Paragraphen an einigen hervorragenden Beispielen erläutern. Hier aber möchte ich versuchen, in wie weit es gelingt, auch in diesen verwickelten Erscheinungen zu einer klaren Einsicht zu gelangen.

Im Grunde verhalten sich die Bastarde aus drei und mehr Eltern nicht wesentlich anders als die gewöhnlichen binären. Sie können ebenso einförmig und constant sein wie diese oder in ihren Nachkommen einen ähnlichen Wechsel der Formen hervorbringen.

Zunächst führe ich einen sehr einfachen Fall an, den ich durch Kreuzung meiner oben beschriebenen constanten Bastardrasse *Oenothera muricata* × *biennis* mit einer dritten Art erhielt. Diese einförmige Rasse von stark verminderter Fruchtbarkeit war bei künstlicher Selbstbefruchtung während vier Generationen constant geblieben und hatte bei der Rückkreuzung mit den Eltern zwei Gruppen gleichfalls einförmiger Nachkommen erzeugt (vergl. oben S. 67 und 81). Ich kreuzte sie im Jahre 1899 mit *O. Lamarckiana* und wählte dazu theils Individuen der zweiten, theils solche der dritten Generation aus. Sie wurden alle castrirt. Die Aussaat gab etwa 350 Pflänzchen, welche beim Verpflanzen Anfang Juni noch keine deutlichen Unterschiede zeigten.

Es wurden von jeder der beiden erwähnten Gruppen ohne Wahl 80 Exemplare auf die Beete gebracht und die übrigen weggeworfen. Bereits im Juli zeigte sich aber ein Unterschied, indem die Blätter der meisten Pflanzen die gewöhnliche Breite der Blätter der *Oenothera biennis* und des Bastardes *O. muricata* × *biennis* hatten, während ein kleinerer Theil, etwa ein Drittel aller Individuen umfassend, sich durch schmälere Blätter auszeichnete. Hier ging die Breite dieser Organe auf etwa die Hälfte des in der anderen Gruppe normalen Werthes zurück, und näherte sich somit ganz bedeutend der für *Oen. muricata* gültigen Gestalt. Zu bemerken ist dabei, dass die breitblätterigen und die schmalblätterigen Exemplare keineswegs scharf von einander abgegrenzt waren, sondern vielmehr durch Uebergänge verbunden. Aehnliche Unterschiede in der Blattbreite habe ich auch sonst bei umfangreicheren Culturen von binären Bastarden von *O. biennis* und *O. muricata* mit *O. Lamarckiana* als Vater beobachtet. Ein besonderer Werth ist darauf somit wohl nicht zu legen. Im August entwickelten sich die Stengel und entfalteten sich ihre Blätter, welche dabei den erwähnten Unterschied noch deutlicher zeigten.

Abgesehen von diesen somit vielleicht unwesentlichen Differenzen

war die ganze Bastardgruppe eine einförmige, und namentlich hatten alle Blüthen die Grösse derjenigen der *O. biennis.*

Eine wichtige und vielfach ventilirte Frage ist die, wie viele elterliche Typen in einem Bastarde verbunden sein können. WICHURA gelang es, sechs Arten in dieser Weise zu vereinigen, und zwar führt er drei so entstandene Bastarde an. So kreuzte er *Salix Lapponum* × *Silesiaca* mit *Salix purpurea* × *viminalis* und den daraus entstandenen quaternären Bastard verband er wiederum mit *S. cinerea* × *incana* zu einem senären. Den erwähnten quaternären Bastard kreuzte er auch mit *S. caprea* × *daphnoides,* und diesen senären wiederum mit *S. daphnoides.* Mehr Arten gelang es ihm aber nicht zu verbinden.

Aehnliche Versuche hat in späterer Zeit namentlich PETER gemacht, der in der Gattung *Hieracium,* als die am höchsten zusammengestellten Bastarde, solche von 5 oder 6 Arten fand (a. a. O. S. 231). Er führt 13 solche Combinationen an; vielleicht kommen auch spontane oder theilweise spontane Hybriden mit noch complicirterer Zusammensetzung vor, aber dann lassen sich die Eigenschaften der einzelnen Stammarten nicht mehr mit hinlänglicher Sicherheit erkennen.

Ueber die Constanz oder die Veränderlichkeit der ternären und mehrfachen Bastarde bei Selbstbefruchtung liegen nur wenige brauchbare Erfahrungen vor. Denn in der Regel nimmt die Fruchtbarkeit in dem Grade ab, als mehr ursprüngliche Typen verbunden werden. Die Anzahl der erhaltenen Hybriden aus einer Kreuzung lässt dann oft kein entscheidendes Urtheil zu. So hat z. B. WICHURA nur vier binäre Bastarde in mehreren Exemplaren gezogen (a. a. O. S. 52) und von höher zusammengesetzten häufig nur ganz einzelne Pflanzen. Nach seiner Erfahrung sind die abgeleiteten Weidenbastarde bald polymorph, bald einförmig, bald einförmig, ersteres dort, wo hybride Pollen, letzteres hingegen wo Pollen einer echten Art zur Befruchtung verwendet wurden (S. 56).

§ 12. Die variablen Bastardrassen des Gartenbaues.

Schönheit und Formenreichthum sind die Ziele des Gärtners, und künstliche Bastardirungen sind die wichtigsten Mittel, um diese Ziele zu erreichen. Manche Gattungen eignen sich ganz besonders dazu, und je zahlreicher die ursprünglichen wilden Arten sind, welche sich unter einander kreuzen lassen, um so grösser wird der Reichthum an Formen unter den Bastarden, um so freier die Wahl der schönsten unter ihnen sein. Möglichst viele Arten werden somit mit einander

verbunden, ja es gilt als Regel, jede neu eingeführte Sorte, oder jede zufällig aufgetretene gute Varietät sofort mit allen Verwandten zu kreuzen. Es entsteht dadurch eine so grosse Menge von Formen, dass die einzelnen Handelssorten in solchen Gattungen bei Hunderten und Tausenden zählen, und dass grosse Ausstellungen, welche nur einer einzigen Gattung, wie z. B. *Chrysanthemum,* gewidmet sind, jetzt keineswegs mehr selten sind. Die älteren Gattungen *Dahlia, Fuchsia, Pelargonium* u. s. w. sind Jedem bekannt, aber auch die neueren, in bestimmter Richtung fortschreitenden, wie *Begonia*, *Canna*, *Caladium, Gladiolus* und *Amaryllis* sind jetzt in fast allen Gärten und Gewächshäusern vertreten. (Vergl. den ersten Band S. 55 und 421.)

Die Erfahrungen, welche im Gartenbau über solche variable Bastardrassen gemacht worden sind, sind in vielen Hinsichten auch für die theoretische Wissenschaft von grosser Wichtigkeit. Doch wird diese vielfach überschätzt, und indem ich hier die Geschichte solcher Culturen an einigen Beispielen zu erläutern beabsichtige, möchte ich dabei vorausschicken, dass die Angaben der Gärtner stets mit Vorsicht aufzunehmen sind, und dass man ihnen nicht eine höhere Bedeutung geben darf, als ihnen vom Urheber selbst zugestanden wird. Der Gärtner arbeitet nun einmal nicht im Dienste der Wissenschaft, seine Mittheilungen über den Ursprung seiner Pflanzen macht er fast stets nur im Interesse der Reclame, wie wir dies ja auch bereits im ersten Bande mehrfach besprochen haben.

Ueber die ausgeführten Kreuzungen werden im Allgemeinen keine Notizen gemacht. Beim Einsammeln der Samen weiss man natürlich, welche die Mutterpflanze ist und sammelt im besten Falle die Samen der einzelnen Individuen, meist aber nur die Samen der ganzen zu den Kreuzungen benutzten Gruppe durcheinander. Aber auf jeder Pflanze werden oft die verschiedenen Blüthen mit dem Staube anderer Varietäten und Arten belegt, so dass aus dem Samen ganz gewöhnlich eine Mischung aufgeht, aus der man später die besten Typen aussuchen kann. Denn das ist ja der Zweck des Züchters. Auf der Gärtnerei des Herrn Crousse in Nancy zeigte der Inhaber mir seine Bastarde von Begonien, mit den Namen der Mütter, dasselbe sah ich für *Caladium* bei Herrn Comte in Lyon, und ebendaselbst zeigte mir Herr Crozy eine Gruppe von Bastarden, welche aus gekreuzten Samen seiner *Canna* „Madame Crozy“ entstanden waren. Aber die Väter kennt man selbstverständlich nicht, man erräth sie nach den Eigenschaften der Bastarde, legt aber darauf nur dann Wert, wenn man durch unbescheidene und zudringliche Fragen dazu gezwungen wird. Es liessen sich aus der Bastardliteratur ganz merkwürdige Angaben

anführen, welche den auf solche Fragen gegebenen Antworten entsprungen sind (M.). Die besten Züchter ziehen es in diesen Fällen vor, bestimmte Antworten zu geben, lieber als einem Jeden einzugestehen, dass sie die Antwort nicht wissen, und machen daraus, Anderen gegenüber, gelegentlich wieder kein Geheimniss.[1] Nur in besonders auffallenden Kreuzungen erinnert man sich der Wahl des Vaters, z. B. wenn es sich um Gattungskreuzungen, oder selten gelingende, oder solche mit neuen eingeführten Arten handelt. Aber wenn es perennirende oder holzige Arten sind, welche erst nach drei oder mehr Jahren blühen, so ist selbstverständlich alle Erinnerung an die Einzelheiten der Operationen verschwunden. Die Angaben in Handelskatalogen, Zeitschriften und die daraus zusammengestellten oft sehr schönen monographischen Darstellungen sind also stets unter dieser Rücksicht zu verwerthen, und wenn man die historischen Angaben über dieselben Gattungen aus verschiedenen Quellen mit einander vergleicht, so findet man oft weitgehende Differenzen in den Auffassungen.[2] Denn bisweilen ringen wissenschaftliche Genauigkeit und Eifersucht hier um den Vorrang.

Als erstes Beispiel wähle ich die Gattung *Gladiolus*.[3] Vor mehr als einem Jahrhundert cultivirte man in Europa in den Gärten allgemein die kleinblüthigen Arten *G. communis* und *G. byzantinus*, während allmählich einige neue Formen eingeführt wurden, denn die Gattung besitzt weit über 100 Species, alle in der Alten Welt, grossentheils im südlichen Theile Afrikas, ferner in Persien und Afghanistan, einzelne sogar in Mittel-Europa. Aber der erste wirklich bedeutende Schritt war die Einführung von *G. floribundus* und *G. cardinalis* in die Culturen um das Jahr 1824. Aus den Kreuzungen dieser Arten ging die *G. Gandavensis* hervor, welche jetzt weitaus die beliebteste und verbreitetste Formengruppe ist, und welche erst in den späteren Jahren ihren Vorrang mit den verbesserten Sorten Lemoine's theilt (Fig. 16). Die erste Kreuzung wurde von Beddinghaus, Obergärtner

[1] Mir ist der Fall vorgekommen, dass ein sehr bedeutender und hochgebildeter Züchter mir versprach, aus seinen Notizen eine Geschichte seiner Kreuzungen zusammenzustellen. Als ich ihn dann später brieflich an sein Versprechen erinnerte, antwortete er, die Notizen seien leider bei einer Feuersbrunst verloren gegangen. (A. B.)

[2] Zu den besten Monographien dieser Art gehören *The Chrysanthemum* von F. W. Burbidge, 1885, *The Begonia*, *The Narcissus* und andere aus derselben Reihe („*The Garden*", London).

[3] E. Lemoine, *Journ. Roy. Hortic. Society.* Vortrag vom 9. Sept. 1890, und ders., *Les glaieuls hybrides rustiques,* Nancy 1891, 26 S.

des Herzogs von Aremberg in Belgien, ausgeführt, und zwar zwischen *G. psittacinus* und *G. cardinalis* (♂). Die Bastarde hatten die Tracht und die Rispe der ersteren Art und die Blüthenfarbe der letzteren, die Blüthen waren gross und von verschiedener Form und Zeichnung. Die Neuheit wurde vom Handelsgärtner Louis van Houtte in Gent käuflich erworben und von ihm im Jahre 1841 unter dem Namen *G. Gandavensis* in den Handel gebracht.



Fig. 16. *Gladiolus hybridus Lemoinei.* Eine der zahlreichen Neuheiten dieser Sorte, welche im Winter 1892/93 in den Handel gebracht wurden,[1] und der bei meinem Besuche im Sommer 1891 ihr Name gegeben wurde.

Der Erfolg war ein ganz überraschender, die Neuheit hatte allgemeinen Beifall und fand rasche Verbreitung. Denn die Rispen trugen 17—20 grosse, leuchtend rothe Blumen und übertrafen alles, was man bis dahin von Gladiolen gesehen hatte. Sie wurde in der *Flore des Serres et des Jardins de l'Europe* 1846 abgebildet. Aber wie klein und unbedeutend scheinen sie uns jetzt auf dieser Tafel, wenn man sie mit den heutigen Errungenschaften vergleicht. Seit jener Zeit kam das Hybridisiren der Gladiolen in die Mode, in Oxford widmete sich Willmore, in Fontainebleau Souchet dieser Aufgabe, und zahlreiche andere Gärtner folgten ihrem Beispiele. Neben *G. psittacinus* und *G. floribundus* wurden *G. blandus* und *G. ramosus* in die Kreuzungen aufgenommen. Wichtig ist es dabei zu bemerken, dass niemals Kreuzungen mit beliebigen Arten gemacht wurden, einfach zu dem Zwecke, die Variabilität zu erhöhen. Im Gegentheil, man kreuzte stets nur mit solchen Arten, die eine ganz bestimmte gute Eigenschaft besassen, welche

[1] Um eine Vorstellung von dem Handelswerthe solcher Neuheiten zu geben, theile ich hier mit, dass die Neuheiten damals 5—8 Francs pro Zwiebel kosteten, ein Preis, der übrigens ein ganz normaler für neue Gladiolen ist.

bis dahin in der cultivirten Bastardrasse fehlte, und Zweck der Kreuzungen war jedesmal, diese besondere Eigenthümlichkeit auf die Rasse zu übertragen. Die Variabilität rührt von der alten Culturrasse her, die neu eingeführten Species sind in der Regel nicht, was man in der Cultur „variabel“ nennt, d. h. sie sind einförmig, ihre Variabilität ist auf die gewöhnliche fluctuirende beschränkt. Wie die „Variabilität“, d. h. der Formenreichthum der Bastardrasse anfänglich entstanden ist, lässt sich aus den vorhandenen Angaben nicht mehr eruiren, ebenso wenig wie diese Mannigfaltigkeit bei den späteren Kreuzungen allmählich zugenommen hat. Die Vorschrift lautet, dass man für die Kreuzungen stets möglichst variable Formen wählt, und das bedeutet ganz gewöhnlich, dass man mit einer neu eingeführten Sorte alle gerade verfügbaren Varietäten seiner Cultur kreuzt. Giebt dann jede Kreuzung auch nur eine neue Form, so tritt doch sofort der neue Bastard in einer stattlichen Reihe von Typen, also mit grosser „Variabilität“ auf. (Vergl. auch Band I, S. 130.) Und die praktisch oft unvermeidliche Mischung der Samen von verschiedenen Kreuzungen lässt häufig einen tieferen Einblick in den Vorgang der Erhöhung der Variabilität durch Kreuzung nicht zu, obgleich es wohl feststehen dürfte, dass die Reihe der cultivirten Formen eine viel grössere ist als der Annahme einförmiger Bastarde für jede einzelne Kreuzung entsprechen würde.

Die Sorten des *Gladiolus Gandavensis* sind in den Gärten von Mittel-Europa nicht winterhart; die Zwiebeln müssen aus der Erde genommen, trocken aufbewahrt und erst im März oder April gepflanzt werden. Lemoine machte es sich zum Zweck, eine Sorte darzustellen, welche den Winter in jenem Klima würde ertragen können, und wählte dazu den *G. purpureo-auratus*,[1] der im Jahre 1870 von William Bull in London aus Natal eingeführt worden war, eine völlig winterharte Art, aber mit kleinen, mehr geschlossenen, fast röhrenförmigen und wenig zahlreichen Blumen. Er führte die Kreuzung im Sommer 1875 mit verschiedenen Formen von *G. Gandavensis* aus und erhielt eine Reihe von Hybriden, aus denen nur die beiden besten ausgewählt wurden. Sie kamen 1880 in den Handel und erregten lebhaftes Interesse. Sie waren winterhart, aber mit der reichen Blüthentraube des *G. Gandavensis*, und mit anderen Farben und Zeichnungen der Blüthen. Aus ihnen wurde durch weitere Kreuzungen die stattliche Menge der Formen des *G. hybridus Lemoinei* erhalten (Fig. 16).

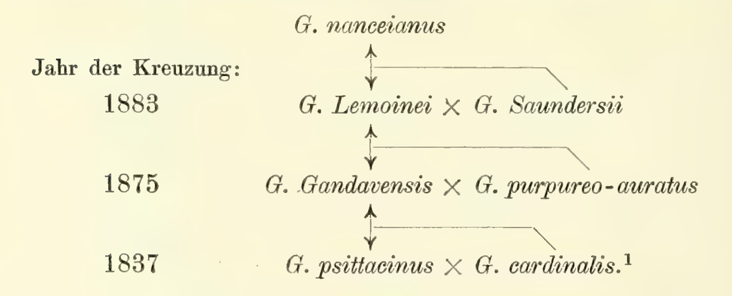
Während diese Kreuzungen nur die bereits cultivirten Varietäten

---

[1] Abgebildet in *Flore des Serres et des Jardins* 15. Febr. 1874.

von *G. Gandavensis* in mannigfaltiger Weise mit den beiden neuen Hybriden verbanden, wurde einige Jahre später die Gruppe abermals bedeutend vergrössert durch die Aufnahme von *G. Saundersii.* Diese ist eine kleine winterharte Pflanze, welche kurze Zeit vor 1872 aus Natal eingeführt wurde und in diesem Jahre in den Gärten von Kew blühte. Das Laub war bläulichgrün, die Rispen schwach und wenigblüthig, die Blumenblätter sehr gross aber nicht weit geöffnet, blassroth und zierlich punktirt.

Trotz einiger weniger günstiger Eigenschaften empfahl sich diese Art sofort zu neuen Kreuzungen und wurde dazu auch bald von den verschiedensten Seiten benutzt. Die meisten Züchter verbanden sie mit *G. Gandavensis,* Lemoine aber mit seinem neuen *G. Lemoinei.* Dadurch vereinigte er die in letzteren bereits errungenen Fortschritte mit den guten Qualitäten des *G. Saundersii.* Die ersten Kreuzungen fanden im Jahre 1883 statt, und zwar wurde wiederum sofort eine ganze Reihe der Formen von *G. Lemoinei* mit *G. Saundersii* befruchtet und umgekehrt. Diese ganze Gruppe von Bastarden erhielt den Namen *G. nanceianus* (Gladiolen von Nancy). Der Stammbaum dieser sehr variablen, d. h. also polymorphen und polyphyletischen Gruppe, kann in der folgenden Weise übersichtlich dargestellt werden:



Neue Kreuzungen mit immer zahlreicheren älteren Culturvarietäten haben seit 1883 den Formenreichthum des *G. nanceianus* allmählich vergrössert. Im Jahre 1889 waren von diesen bereits neun im Handel, und fast jedes spätere Jahr fügte eine ähnliche Anzahl dazu. Die Grösse und die Punktirung der Blumenblätter des *G. Saundersii* gehören zu den Merkmalen der neuen Rasse, die geschlossenen und

[1] Je älter die Angaben, um so unsicherer pflegen sie zu sein. So behauptet W. Herbert, dass nicht *G. cardinalis,* sondern *G. oppositiflorus* zu dieser Kreuzung diente, da erstere Art sich überhaupt nicht fruchtbar mit *G. psittacinus* kreuzen lasse (*Journ. Roy. Hortic. Soc.* London 1847. Vol. 2. p. 89).

hängenden Blüthen aber nicht, da alle Bastarde, welche solche zeigten, als werthlos aus den Culturen ausgeschieden worden sind.

Wie *Gladiolus*, so bildet auch *Amaryllis* eine ganz beliebte Gattung für Kreuzungen, und zwar seitdem der berühmte Monograph dieser Gruppe, W. Herbert, die grossen Erfolge hat kennen gelehrt, welche hier von künstlichen Befruchtungen zu erwarten sind.[1] Auch hier zeichnet sich die Gattung, namentlich aber die Untergattung *Hippeastrum* durch einen Reichthum an natürlichen Formen aus, unter welchen man die besten und schönsten für die mannigfaltigsten Verbindungen aussuchen kann. Dabei gilt es als Regel, nur solche Formen zu wählen, welche wirklichen Werth haben, d. h. welche bestimmte gute Eigenschaften in die Rasse einführen können. Nie kreuzt man, wie mir namentlich der berühmte Züchter de Graaff in Leiden versicherte, einfach zu dem Zwecke, die Variabilität zu erhöhen, ganz im Gegentheil vermeidet man gerade solche Arten, welche minderwerthige Eigenthümlichkeiten besitzen. Die älteste Form, *Amaryllis speciosissima*, mit ihren schmalen einfarbigen dunkelrothen Blumenblättern, wird auch jetzt noch vielfach in Gärten cultivirt; vergleicht man sie mit den grossen, weitgeöffneten breitblätterigen gestreiften Hybriden der neueren Zeit, so sieht man auf den ersten Blick den grossen Fortschritt. Aber dieser Fortschritt beruht nicht darauf, dass etwa neue Eigenschaften ausgebildet würden, sondern einfach hierauf, dass man bessere und schönere Arten aus fernen Ländern einführte und diese mit einander kreuzte, ihre Merkmale in den verschiedensten Weisen verbindend. Ausserhalb des Kreises der vorhandenen Eigenschaften haben die *Amaryllis*-Bastarde bis jetzt nicht variirt, oder doch wenigstens nicht in Richtungen, welche für die gärtnerische Praxis Erfolg versprachen.

Ausgangspunkt für die Kreuzungen war namentlich *A. vittata* mit weiss und roth gestreiften grossen Blumenclättern und 4—5 blüthigen Schirmen.[2] Sie wurde mit den verschiedensten Arten gekreuzt, namentlich mit *A. equestris* und *A. Johnsonii (A. Reginae var.)*, welche letztere leuchtend feuerrothe Blumen trägt. Die Bastarde brauchen, je nach den Sorten, 3—5 Jahre, bis sie zur Blüthe kommen und beurtheilt werden können, und oft erlaubt erst das zweite Blühjahr eine richtige Schätzung. In dieser Zwischenzeit werden selbstverständlich immer neue Kreuzungen

---

[1] W. Herbert, *Amaryllidaceae, with a Treatise upon Cross-bred Vegetables.* London 1837.

[2] Vergl. Harry Veitch, *The Hippeastrum.* Journ. Roy. Hortic. Soc. Vol. XII. Part. II. S. 243—255.

ausgeführt, und das Material nimmt allmählich an Umfang zu. Sobald Hybriden blühen, werden diese vorzugsweise zu Kreuzungen verwandt, und allmählich füllen die Neuheiten die für sie bestimmten Gewächshäuser völlig aus. Dass unter solchen Umständen beim Kreuzen der einzelnen Blüthen eines Schirmes mit verschiedenen Vätern und beim selbstverständlichen Mangel genauer Buchhaltung die Genealogie nur in ganz grossen Zügen aufgestellt werden kann, braucht kaum betont zu werden. Von den neu eingeführten oder käuflich bezogenen Arten kennt man das Jahr ihrer Aufnahme in die Rasse, alles Weitere aber geht im bunten Wechsel der Farben und Formen verloren. Einzelne Bastarde überragen alle übrigen weit an Schönheit und werden daher für die späteren Kreuzungen vorzugsweise benutzt; sie üben auf diese oft einen grossen Einfluss aus, und ihr Antheil bleibt somit frisch im Gedächtniss. So z. B. *Amaryllis Graveana*, von Herrn de Graaff gewonnen, und der spätere Hybride *„Empress of India“*.

Die aus den drei oben genannten Arten erzeugten Bastarde wurden später mit neuen Species gekreuzt. Zuerst mit *A. Brasiliensis* und *A. psittacina*, mit viel breiteren äusseren Kronenblättern, und nachher mit den beiden von Peru herrührenden Arten *A. Leopoldi* und *A. pardina*, welche ihren gelben Farbenton und ihre carmoisinrothen Flecken in die Rasse einführten. Immer neue Arten wurden entdeckt, und falls sie gute Eigenschaften hatten, mit den älteren Formen verbunden, und zwar jedesmal mit möglichst vielen, wodurch die „Variabilität“ sowohl erhalten als vermehrt wurde. Schlechte Arten, wie *A. solandraeflora* mit ihren hängenden Blüthen, wurden aber in der Regel von den Kreuzungen ausgeschlossen. Die Cultur in Gewächshäusern muss ja mit mehreren Hunderten von Exemplaren zufrieden sein, und gestattet es nicht, Kreuzungen vorzunehmen, von denen eine grössere Anzahl der Hybriden bei der Blüthe, d. h. nach 3—5jähriger Pflege, sich als werthlos herausstellen könnte.

Die Hybridisirung in der Gattung *Caladium* habe ich in den Gewächshäusern des Herrn Alfred Bleu in Paris studirt, wo während dreissig Jahre die besten Arten des Handels zu einer alles Uebrige an Pracht und Reichthum der Farbenmischungen weit übertreffenden Gruppe verbunden worden waren. Der Ursprung dieser Kreuzungen geht auf das Jahr 1858 zurück, da damals in den Urwäldern Brasiliens von Chantin die ersten wirklich prachtvollen Species entdeckt wurden. Sie waren acht an der Zahl, fanden bald weite Verbreitung in Europa und verlockten durch die Leichtigkeit der Operation ebenso sehr zu Kreuzungen als durch die sonderbaren Farben und Zeichnungen ihrer Blätter. Anscheinend völlig weisse Blätter sind wohl bei keinem

anderen Gartengewächs etwas so Gewöhnliches und so Anziehendes als gerade bei *Caladium*. Die fraglichen Arten waren[1] *C. Chantini, C. argyrites, C. Brongniarti, C. Verschaffelti, C. Neumanni, C. Houlleti, C. argyrospilum* und *C. thripedestum*. Zu den damals bekannten 15 Arten der Gattung, von denen nur einzelne in Cultur waren, war dieses somit ein plötzlicher, ganz unerwarteter und ganz bedeutender Zusatz. Von jenen älteren Arten nenne ich nur *C. bicolor,* das bereits im Anfang des vorigen Jahrhunderts bekannt war, nebst *C. pellucidum* und *C. pictum,* welche im Jahre 1826 von DE CANDOLLE beschrieben wurden. Seit 1858 aber war die Aufmerksamkeit der reisenden Botaniker und Gärtner auf diese Gattung gelenkt, und nahm die Zahl der neu entdeckten Arten rasch zu. Inzwischen wurden sowohl von Herrn BLEU[2] als von Anderen immer weitere Bastarde in den Handel gebracht. Es entstand eine Gruppe von Formen, welche allmählich sich der Erschöpfung näherte, da alle brauchbaren Combinationen bald gemacht worden waren. Unter solchen Umständen muss man einfach die Entdeckung einer neuen, von der Bastardrasse in bestimmten Merkmalen scharf abweichenden Species abwarten. Eine solche wurde in den siebziger Jahren gefunden, als *C. Wendlandi* beschrieben, und von THIBAUT und KETELEER mit den vorhandenen Bastarden gekreuzt. Dieser Einfuhr verdanken die jetzigen *Caladium*-Formen ihre lebendigen Farben, ihren metallartigen Glanz und die häufigen, ganz weissen Blätter.

Die Gattung *Canna,* deren Gartenformen durch die Kreuzungen von *Canna indica* mit anderen Arten erhalten worden sind, war in der Mitte des vorigen Jahrhunderts nur als Blattpflanze bekannt und beliebt. Etwa im Jahre 1875 kam CROZY in Lyon auf den Gedanken, aus ihr eine Rasse mit niedrigerer Tracht und grossen schönen Blumen zu machen. Die älteren Formen umfassten neben *C. indica* namentlich *C. nepalensis* und *C. Warczewiczii,* die zuerst 1846 von ANNÉE zu Kreuzungen benutzt wurden. Welche Arten zu den weiteren Bastardirungen benutzt worden sind, fand ich nicht mitgetheilt,[3] doch waren auch hier die neuen Eigenschaften nur solche, welche an wildwachsenden Arten bereits beobachtet worden waren, und rührt namentlich die auffallende Thatsache, dass es noch keine weissblüthigen Varietäten giebt, daher, dass eine solche weder spontan entstanden, noch als Species im Vaterlande der *Canna* entdeckt wurde.

---

[1] *Lyon horticole.* 1892. p. 231.

[2] *Revue horticole.* 1892. p. 309.

[3] Die Geschichte der Gartenformen dieser Gattung findet man beschrieben in E. CHATÉ FILS, *Le Canna.* Paris, 1867.

Wie in den oben behandelten Beispielen werden auch bei *Canna* die neuen Errungenschaften auf vegetativem Wege vermehrt; die Theilung des Wurzelstockes erlaubt es, in wenigen Jahren jede Neuheit bis auf 200—400 Stück zu bringen, und ehe das erreicht ist, werden sie nicht verkauft. In den Gärtnereien der Züchter sieht man also nicht nur die älteren und neueren Sorten des Handels, sondern kann man auch jene bewundern, welche in den zwei bis drei nächstfolgenden Jahren in den Handel gebracht werden sollen. Ich pflückte auf dem Gute des Herrn Crozy nach seinen Anweisungen einzelne mittlere Blüthen der verschiedenen Sorten und maass nachher ihre Petalen aus, um einen Ueberblick über den Fortschritt der Rasse zu bekommen. Die Zunahme wurde hier aber theils durch Kreuzung, theils durch Selection aus der gewöhnlichen fluctuirenden Variabilität erhalten, und gilt, wegen der vegetativen Vermehrung, wie wir im ersten Bande (S. 60) gesehen haben, von den extremen Varianten.

Die Mittelzahlen waren für die Länge und Breite der Blumenblätter in Millimetern:

Canna hybrida	Länge	Breite
Etwa 1875, älteste grossblumige	45	13
1889, mittlere Sorten	61	21
1889, „Madame Crozy“	66	30
1892, die besten Handelssorten	66	35
Neuheiten für die späteren Jahre	83	43

Ueber die Entstehung der gegenwärtigen grossblumigen dreifarbigen Veilchen besitzen wir eine sehr schöne Studie von Wittrock, welche namentlich in ihrer historischen Darstellung hier für uns von Interesse ist.[1] Die ursprüngliche Art war *Viola tricolor,* welche, ohne Veredelung, im achtzehnten Jahrhundert allgemein cultivirt wurde. Im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts hat man in England angefangen, diese zu veredeln, indem man sie gemischt mit anderen Arten wachsen liess; die Befruchtung überliess man aber der Natur. Namentlich *Viola lutea* wurde in dieser Weise mit *V. tricolor* verbunden. Seit 1816 hat auch *V. altaica* einen Antheil an diesen Bastardculturen genommen, doch wird ihre Bedeutung vielfach überschätzt. Erst viel später wurde *Viola cornuta* mit den damals schon sehr zahlreichen Varietäten gekreuzt, und in seltenen Fällen auch *V. calcarata.* Wie

[1] V. B. Wittrock, *Viola-studier* I. Acta Horti Bergiani. Bd. 2, Nr. 1, 1897 und ebendaselbst II. Bd. 2, Nr. 7, 1896.

viel von den jetzigen Formen diesen Kreuzungen, wie viel der Cultur und der Auswahl und wie viel zufälligen Mutationen zugeschrieben werden muss, lässt sich nicht mehr ermitteln. Und beachtet man, dass die *Viola tricolor* selbst eine an constanten Unterarten äusserst reiche Sippe ist, wie solches namentlich durch WITTROCK's ausgedehnte Culturversuche nachgewiesen wurde, so scheint es gestattet, auch diesen anfänglichen Formenreichthum als eine der wichtigsten Ursachen der jetzigen „Variabilität" der cultivirten Pensées anzusehen.

Es würde mich zu weit führen, hier noch weitere Beispiele zu besprechen, obgleich *Begonia,*[1] *Chrysanthemum, Dahlia*[2] und viele andere dazu ein reichliches, von vorzüglichen Schriftstellern behandeltes Material bieten würden. Das Mitgetheilte möge aber genügen, um zu zeigen, wie reich die Erfahrungen der Gärtner auf dem Gebiete der Bastardirungen sind, und welcher Art die Schlüsse sind, die man daraus für die wissenschaftliche Forschung erwarten kann. Jene Erfahrungen erstrecken sich über Jahrzehnte, bisweilen über ein halbes Jahrhundert oder mehr, und es wird somit wohl noch lange dauern, bis man an ihre Stelle gleich umfangreiche, aber mit wissenschaftlicher Genauigkeit und vollständiger Buchhaltung ausgeführte Versuche setzen kann. Und kaum wird man jetzt die Institute oder die Mäcene finden, welche die grossen Kosten solcher Studien übernehmen könnten.

§ 13. Kreuzungen vermuthlicher Bastarde.

„Misstrauisch zu sein gegenüber Ausnahmsfällen" ist die Vorschrift WICHURA's bei dem Studium der Bastarderscheinungen, welche wir bereits in der Einleitung hervorgehoben haben. Dieses Misstrauen ist keineswegs in einer Geringschätzung Anderer begründet, sondern in der eigenen Erfahrung, dass leicht scheinbare Ausnahmen von irgend einer gefundenen Regel sich durch Zufälle einstellen können, ohne dass es möglich wäre, sich in ausgedehnten Versuchsreihen davor immer zu wahren.

---

[1] E. FOURNIER, *Les Bégonias tubéreux.* Flore des Serres et des Jardins de l'Europe. T. XXIII. 1880. p. 52—68.

[2] Vergl. *The Gardeners Magazine.* Vol. 32, 1889; SHIRLEY HIBBERD, *Journ. Roy. Hort. Soc.* 1891. Vol. XIII, Part. I. p. 11. DONKELAAR in Fortsetzung des *Allg. Teutschen Garten-Magazins* (F. J. BERTISCH). Bd. V. 1828; LELIEUR, *Mémoire sur le Dahlia.* 1829; GERHARD, *Zur Geschichte, Cultur und Classification der Georginen.* Leipzig 1834; LEGRAND, *Le Dahlia.* 1842, und die sehr reichhaltige neuere Literatur.

Eine der am meisten vorkommenden Zufälligkeiten ist die Verwechselung eines Hybriden mit einer Pflanze von reiner Abstammung beim Anfang eines Versuches. Ich meine den Fall, dass man für eine auszuführende Kreuzung den Blüthenstaub oder die Fruchtknoten eines Individuums wählt, welches man für sortenrein hält, während es thatsächlich hybrider Abstammung ist. Nicht für jeden Versuch kann man die Reinheit der Stammformen durch eine Cultur von einigen Generationen feststellen; gerade im Gegentheil pflegt man sich oft darauf zu verlassen, dass das, was man im Handel oder im Tausch als reine Art bezieht, auch wirklich eine solche sei. Dem ist nun allerdings im Allgemeinen so, aber Ausnahmen kommen vor, und zwar eigentlich viel zu häufig, um nicht damit zu rechnen. Wir werden später sehen, welche Anforderungen man an die Reinheit käuflicher oder im Tausch erhaltener Samenproben stellen darf, und wie diese ganz gewöhnlich einzelne Samen hybriden Ursprunges enthalten (Abschn. II § 35). Unter vielen Versuchen kann es also stets einzelne geben, in denen man zufälliger Weise einen solchen Hybriden zu einer Kreuzung wählte.

Ebenso schlimm steht die Sache, wenn man zu einer Bastardirung zwar die Mutter selbst cultivirt hat, den Blüthenstaub aber von einer zufällig aufgefundenen Pflanze hernimmt. Man sieht in einem Garten eine Blume, welche bei der Kreuzung Wichtiges zu versprechen scheint, und bringt ihren Staub auf eine castrirte Blüthe des Versuchsgartens. War nun der Vater zufällig ein Bastard, so können offenbar ganz andere Nachkommen entstehen, als wenn er sortenrein wäre.

Umgekehrt aber wird man sich bei jeder regelwidrigen Erscheinung die Frage vorlegen müssen, ob die beiden Eltern wirklich rein waren. Und wenn für eines von beiden die Antwort nicht gegeben werden kann, so ist das Ergebniss nur mit der grössten Vorsicht aufzunehmen.

Allerdings ist es jetzt noch nicht an der Zeit, diese Kritik auf die vorhandene Literatur in voller Schärfe anzuwenden. Es würde zu viele Fragezeichen geben. Manchen wichtigen Versuch, den ich im Bisherigen vorgeführt habe, würde vielleicht doch noch der Kritik gegenüber nicht bestehen können. Aber überall, wo die Ergebnisse mit den allgemeinen Erfahrungen sich im Widerspruch befinden, dürfte doch eine wiederholte Prüfung am Platze sein.

Zu den schwierigsten Aufgaben der systematischen Botanik gehört in manchen Fällen die Frage, ob eine in der Natur beobachtete Form eine reine Art oder Varietät, oder aber eine Bastardrasse sei. Man gründet die Entscheidung meist theilweise auf die äusserlich sichtbaren

Merkmale, theilweise auf den Grad der Fruchtbarkeit. Beide Methoden geben ohne Zweifel eine gewisse Summe von Wahrscheinlichkeit, haben aber wohl nur selten die für eine endgültige Entscheidung erforderliche Beweiskraft. Namentlich führen viele gute Arten einen theilweise sterilen Pollen, wie z. B. *Oenothera biennis* und ihre Verwandten, und solange über die Ursache dieser Sterilität und über ihre Schwankungen nichts Genaueres bekannt ist, lässt sie sich wohl schwerlich zur Unterscheidung zwischen Bastarden und reinen Arten verwenden.[1]

Das einzig sichere Mittel ist selbstverständlich die Wiederholung der als Ursprung einer Sorte vermutheten Kreuzung, doch lässt sich diese in manchen Fällen nur schwierig, in anderen gar nicht ausführen.

Cultivirt man die vermuthlichen Bastarde durch einige Generationen, und zeigen sie dabei einen auffallenden Wechsel in ihren Kennzeichen, so würde solches offenbar ein entscheidendes Argument für ihre hybride Natur bilden, und solche Versuche wären somit leicht auszuschalten. Es bleiben dann aber stets mehrere Fälle übrig, für die man bis jetzt noch keine Mittel zur Entscheidung besitzt.

In dieser Hinsicht ist nun die Frage sehr wichtig, wie sich Bastarde einer neuen Kreuzung gegenüber verhalten werden. Werden dabei die in ihnen combinirten Eigenschaften verschiedenen Ursprunges sich als ein einheitliches Ganzes verhalten, oder getrennt in die Erscheinung treten. Mit anderen Worten, wird der Bastard bei der Kreuzung als Einheit oder als Mischung zu betrachten sein. Wird er eine oder mehrere getrennte hybride Verbindungen eingehen?

Wir wollen diese Frage etwas eingehender besprechen und denken uns dazu den Fall, dass eine Pflanze hybriden Ursprunges mit einer dritten Art gekreuzt werde und dabei nicht eine gleichförmige Nachkommenschaft gebe, wie es jeder ihrer Eltern in dem betreffenden Falle gethan haben würde. Unter den neuen Bastarden gebe es dann zwei verschiedene Typen, welche den beiden in der hybriden Mutter gemischten Formen entsprechen. Es wäre dann zu folgern, dass die im ursprünglichen Bastard verbundenen Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften sich nicht zu einer neuen, unzertrennlichen Einheit verbunden hätten, sondern noch stets mehr oder weniger scharf getrennt neben einander lägen.

Betrachten wir den Erfolg einer solchen Kreuzung von einer

[1] Bei manchen Pflanzen sind auch die Samenknospen zum Theil steril, d. h. einer Befruchtung unfähig, z. B bei *Oenothera biennis* u. a., und auch dieser Punkt dürfte in Bastardfragen zu berücksichtigen sein.

anderen Seite. Wir nehmen dabei an, dass der Ursprung der Mutter als Hybride uns unbekannt wäre. Die Ungleichförmigkeit in der ersten Generation wäre dann allerdings kein Beweis für ihre Bastardnatur, würde diese aber offenbar in hohem Grade wahrscheinlich machen, weil ja gewöhnlich die Kinder aus derselben Kreuzung unter sich gleich sind. Es entsteht dadurch die Möglichkeit, über die Natur eines vermuthlichen Bastardes, wenn dieser wenigstens nicht völlig steril ist, durch Kreuzungsversuche mit verwandten reinen Arten in gewissen Fällen einen Aufschluss zu erlangen. Und erhält man dabei zwei verschiedene Bastarde, so hat man eine nicht zu vernachlässigende Aussicht, in ihren Differenzpunkten eine Anweisung für die Wahl der Eltern im hypothetischen Erklärungsversuche zu finden.

Die Tragweite dieser analytischen Methode werde ich an einem Paar von Beispielen zu erläutern suchen, in denen es mir, durch zufällige Umstände, bis jetzt nicht möglich war beide vermuthete Eltern zu directen Kreuzungsversuchen zu bekommen. Es handelt sich um vermuthliche Bastarde der *Oenothera cruciata* und ihre Nachkommen.

Oenothera cruciata Nutt. ist eine seltene, in Nordamerika in der Gegend von New York und Vermont wildwachsende Art mit kleinen, linearischen Blumenblättern. Von ihr wird in den europäischen Gärten eine Sorte gezogen, welche gerade in Bezug auf die Form der Petalen nicht constant ist, und welche ich deshalb als *Oen. cruciata varia* bezeichnen werde.[1] Da diese Form in den nordamerikanischen Floren nicht beschrieben wird, ist anzunehmen, dass sie aus der ersten in der Cultur in Europa entstanden ist. Ob aber durch Mutation oder durch Bastardirung? Um diese Frage zu beantworten, würde man die *O. cruciata* verschiedenen Kreuzungen unterwerfen müssen; solches war mir aber bis jetzt aus Mangel des geeigneten Materiales nicht möglich. Ich habe mich deshalb auf Kreuzungen der *O. cruciata varia* selbst beschränken müssen.

Es liegt dabei auf der Hand, zu diesem Zwecke die drei bei uns wildwachsenden Arten zu wählen. Ich habe dieses gethan, und das Ergebniss hat mich zu der Vorstellung geführt, dass die *O. cruciata varia* sehr wohl ein Bastard von *O. cruciata Nutt.* und von *O. muricata* sein kann. Es scheint mir, behufs einer klareren Darstellung, erwünscht, dieses Resultat hier der Einzelbeschreibung der Versuche vorauszuschicken.

[1] Ausführlicheres über diese beiden Formen und über das Verhalten ihrer Petalen bei Kreuzungen findet man unten im fünften Abschnitt.

Ist die erwähnte Vorstellung richtig, so lässt sich nach den oben gegebenen Erörterungen erwarten, dass die *O. cruciata varia* sich bei Kreuzungen mit den vermuthlichen Eltern als einfache Form, bei Kreuzungen mit anderen Arten aber als eine Mischform aus ihren beiden Constituenten wird verhalten können. Welche Bastarde der *Cruciata*-Antheil geben würde, ist augenblicklich nicht bekannt, dagegen lässt sich der Antheil der vermuthlichen *Muricata*-Eigenschaften bestimmen. Diese würden ergeben: 1. mit *O. muricata* selbstverständlich wiederum diese Form, 2. mit *O. biennis* den oben beschriebenen, der *O. biennis* ähnlichen (vergl. S. 67—70), und 3. mit *O. Lamarckiana* den in Fig. 3 und 4 S. 29 dargestellten Bastard *O. Lamarckiana* × *O. muricata.* Nur ist zu bemerken, dass die braunrothe Farbe der *O. cruciata Nutt.* ein präponderantes Merkmal ist, welches also eventuell auf die Bastardformen übergehen könnte.

Die Ergebnisse meiner Versuche entsprechen in der Hauptsache dieser Darlegung, und daraus leite ich also einstweilen die Berechtigung meiner Annahme, vorbehaltlich einer experimentellen Bestätigung, ab. Ich gehe jetzt zur Beschreibung dieser Versuche über, hebe aber nochmals hervor, dass ihr Zweck vorzugsweise der ist, auf die hier herrschenden Schwierigkeiten hinzuweisen, und nicht etwa diese zu lösen. Dazu wären offenbar weit umfangreichere Studien, und im vorliegenden Falle speciell Versuche mit der reinen, wildwachsenden Form von *Oen. cruciata* aus Nordamerika, welche als Stammart vermuthet wird, erforderlich.

Die *Oenothera cruciata varia* wurde 1897 aus durch Tausch erhaltenen Samen gewonnen, und seitdem unter künstlicher Selbstbefruchtung weiter cultivirt, und zwar als einjährige Sorte. Die Kreuzungen mit *O. Lamarckiana* führte ich in der zweiten, diejenigen mit den beiden anderen Arten in der dritten Generation aus.[1]

O. cruciata varia × *O. biennis.* Zwei Pflanzen der ersten Form, mit umgekehrt-herzförmigen Petalen wurden im Sommer 1899 mit Blüthenstaub von *O. biennis* befruchtet, nach sorgfältiger Castrirung und unter Ausschluss des Insectenbesuches mittelst Pergaminbeuteln. Die *Biennis*-Pflanzen waren als Rosetten im Freien an einer von anderen Oenotheren weit entfernten Stelle gesammelt und im Garten weiter cultivirt. Die Samen wurden theilweise im nächsten Jahre, theilweise 1901 ausgesät. Es keimten etwa 500 bezw. 250 Pflanzen,

[1] Die Petalen der Bastarde sind fast stets umgekehrt-herzförmig, nur selten cruciate; vergl. hierüber unten den betreffenden Abschnitt. Auf diese Form der Blumenblätter ist oben im Text weiter keine Rücksicht genommen.

von denen in beiden Jahren je 80 Exemplare auf die Beete ausgepflanzt wurden. Diese gehörten alle[1] einem einzigen Typus an. Dieser Typus war derjenige der *O. biennis*,[2] aber mit der braunrothen Farbe der *O. cruciata* in allen Theilen, sowohl im Stengel und in den Blättern, als im Blüthenkelch und auf den Früchten. Diese Form soll weiterhin, da sie bei vielen Versuchen auftrat und zu verschiedenen Studien gedient hat, mit einem eigenen Namen angedeutet und *O. rubiennis* genannt werden.

Eine sehr auffällige Erscheinung in den beiden Aussaaten von 1900 und 1901 war ein hoher Gehalt an buntblätterigen Exemplaren. Bereits bei der ersten Keimung zeigten sich diese, und bei der Entfaltung der ersten Blättchen waren viele Pflänzchen so stark bunt, dass sie mehr oder weniger bald eingingen. Es war nicht eine gleichmässig blassere Farbe (wie sie der Bastard *O. Lamarckiana* × *O. muricata* zeigt), sondern es waren grüne Blätter mit grösseren und kleineren gelben Flecken, wie bei der gewöhnlichen Buntblätterigkeit. Von fast grünen bis zu fast reingelben Individuen gab es eine lange Reihe von Uebergangsformen. Nahezu die Hälfte, bei genaueren Zählungen etwa $40^0/_0$, waren in dieser Weise bunt, die übrigen rein grün. Ich habe sowohl von den ersteren als von den letzteren ausgepflanzt und weiter cultivirt; wie zu erwarten war, wuchsen dabei die grünen kräftiger als die bunten; der Farbenunterschied war aber zur Zeit der Blüthe noch ebenso deutlich wie in der Jugend. Zu bemerken ist noch, dass die Samen der beiden gekreuzten Mütter getrennt ausgesät wurden, und gleichviel bunte Pflänzchen lieferten, sowie dass an den Eltern keine Spur von Bunt zu erkennen war.

Es verdient dieses Auftreten bunter Individuen namentlich deshalb eine besondere Erwähnung, weil es eine Ausnahme bildet von der allgemeinen Regel, dass bei Kreuzungen nichts Neues entsteht. Diese Regel hat sich sonst stets bei meinen Bastardirungsversuchen bewährt. Neue Combinationen alter Eigenschaften können neue Typen entstehen lassen, aber das ist offenbar etwas ganz Anderes als das Auftreten neuer Eigenschaften. Allerdings ist das Bunt nicht im eigentlichen Sinne etwas Neues, da es einerseits eine der verbreitetsten Abweichungen bildet, und andererseits in meinen Oenotheren-Culturen

---

[1] Mit Ausnahme von zwei Exemplaren von 1900, welche die Form der Mutter hatten. Da sich diese Erscheinung im nächsten Jahre nicht wiederholte, ist darauf einstweilen kein Gewicht zu legen.

[2] Ueber die Aehnlichkeit von *O. muricata* × *biennis* mit *O. biennis* vergl. oben S. 67.

fast jährlich und in einer nicht unerheblichen Anzahl von Exemplaren spontan auftrat.[1]

Oenothera cruciata varia × *O. muricata.* Diese Verbindung habe ich in den beiden reciproken Formen ausgeführt, indem ich das eine Mal die eine, das andere Mal die andere Sorte als Mutter wählte. Die Kreuzungen fanden unter den üblichen Vorsichtsmaassregeln im Sommer 1899 statt, die Aussaaten im Frühling 1900 und theilweise 1901. Jede der Culturen war einförmig, aber die beiden reciproken Bastardgruppen führten einen verschiedenen Typus, indem jede ihrer Mutter und nicht dem Vater glich. *O. cruciata varia* × *O. muricata* erzog ich in etwa hundert Exemplaren, welche nahezu alle blühten und Früchte bildeten. Sie waren, abgesehen von den stets umgekehrt-herzförmigen Petalen, in keiner Hinsicht von der *O. cruciata varia* selbst zu unterscheiden. Die Samen waren auf zwei Müttern geerntet und getrennt ausgesät. Die Kreuzung *O. muricata* × *O. cruciata varia* führte ich gleichfalls auf zwei Individuen, jetzt aber der ersteren Art, aus, und säte die Samen getrennt. 80 Bastarde erzog ich 1900, und etwas mehr brachte ich im nächsten Jahre, nach erneuter Aussaat, zur Blüthe. Sie hatten sämmtlich die Merkmale der *O. muricata.*

Weshalb die reciproken Kreuzungen sich ungleich verhalten, ist noch unbekannt; vielleicht dass bei ausgedehnteren Culturen beide nicht eine reine, sondern eine gemischte Nachkommenschaft geben würden.[2] Aber jedenfalls scheint das Auftreten des *Muricata*-Typus unter den Bastarden darauf hinzuweisen, dass die betreffenden Eigenschaften in irgend einer Weise sich an dem Aufbau der *O. cruciata varia* betheiligen. Vielleicht als latente Bastard-Eigenschaften, vielleicht als von irgend einem sonstigen Vorfahren herrührende, also atavistische Eigenthümlichkeiten.

O. Lamarckiana × *O. cruciata varia* hat diese Folgerung bestätigt. Ich habe für diese Kreuzung vier Pflanzen von *O. Lamarckiana* mit dem Blüthenstaub der *O. cruciata varia* befruchtet. Die Operation fand unter den üblichen Vorsichtsmaassregeln im Sommer 1898 statt. Bei der Aussaat und der weiteren Cultur wurden die Nachkommen der vier Mütter getrennt gehalten, sie verhielten sich aber im Wesentlichen in derselben Weise. Schon bei der Keimung zeigte sich die Uebereinstimmung mit der Kreuzung zwischen *O. Lamarckiana*

[1] Vergl. Bd. I, S. 597—616, und für *Oenothera* namentlich S. 603—604 (1—2 pro Mille).

[2] Bei einigen Kreuzungen anderer Arten von *Oenothera* habe ich ein ähnliches Verhalten beobachtet; bisweilen glichen dann die reciproken Bastardgruppen beide ihrem Vater und nicht der Mutter.

und *O. muricata* in weitaus den meisten Individuen (vergl. S. 29). Diese waren schwach, gelblich und schmalblätterig, und wurden nur so weit ausgepflanzt, als sie dazu kräftig genug schienen. Etwas über die Hälfte wurde weggeworfen; die übrigen entwickelten sich fast alle zu blühenden Exemplaren, welche aber noch am Ende ihres Wachsthumes die Merkmale der gelblichen und schmalen Blätter und den schwachen Wuchs beibehielten. Sie waren den S. 29 dargestellten Bastarden von *O. Lamarckiana* × *O. muricata* in jeder Beziehung gleich. Sie sprechen also ganz deutlich für den Besitz der *Muricata*-Eigenschaften bei ihrem Vater.

Zwischen diesen gelblichen Pflanzen kamen einige wenige grüne vor, 37 auf eine Cultur von 622 Individuen, also etwa 6 %. Sie wuchsen kräftig und wurden sehr starke, reich blühende Pflanzen, welche, abgesehen von untergeordneten Merkmalen, den Typus der *O. biennis,* meist aber mit braunrother Farbe, trugen, also *O. rubiennis* waren (S. 102). Sie hatten namentlich in der Jugend schmälere Blätter als die normale *O. biennis*, und wichen auch im Bau der Inflorescenz, wenn auch nicht erheblich, ab. In Bezug auf die Fertilität ergaben sie sich als zu drei verschiedenen Untertypen gehörig, welche auch in der Tracht, sowie in der Farbe und in der Behaarung verschieden waren. Die Unterschiede waren solche, dass sie die Gruppe leicht wieder erkennen liessen, eine genauere Beschreibung aber kaum gestatteten. Eine Gruppe war rein *O. rubiennis* und völlig fertil, die zweite, seltenere war viel weniger kräftig, mit schwächeren aber mehr behaarten grünlichen Blättern, gut entwickelten Blüthen, aber bei der künstlichen Selbstbefruchtung nur äusserst wenige Samen liefernd, fast steril. Die dritte Gruppe umfasste nur ein einziges Exemplar von sehr gedrungenem Bau, welches zwar blühte, aber völlig steril war.

Von den drei fertilen Bastardformen habe ich eine zweite Generation cultivirt, indem ich die durch Selbstbefruchtung gewonnenen Samen im Frühling 1900 aussäte. Zwei Typen ergaben sich dabei als constant, und zwar die mit der *O. Lamarckiana* × *O. muricata* übereinstimmende Form in einer Cultur von 200, die mit *O. rubiennis* übereinstimmende in einem Umfange von etwa 120 blühenden Exemplaren. Die Beete waren höchst einförmig, ohne Abweichungen. Die dritte, fast sterile, mehr oder weniger deutlich behaarte *Biennis*-Form lieferte nur 15 Keimpflanzen, welche aber trotz dieser geringen Anzahl eine bunte Mischung darboten. Zwei von ihnen glichen den Eltern, zehn gehörten dem schmalblätterigen gelbgrünlichen Typus *O. Lamarckiana* × *O. muricata* an, die drei übrigen glichen dem sterilen Exemplare

der vorjährigen Cultur. Von zweien von diesen letzteren giebt unsere Fig. 17 photographische Abbildungen. Mit Ausnahme von sieben Pflanzen des *O. Lamarckiana* × *O. muricata*-Typus haben diese 15 Exemplare alle geblüht und zum Theil auch ihre Früchte ausgebildet.

Ueberblicken wir diesen letzteren Versuch, so sehen wir, dass die Kreuzung *O. Lamarckiana* × *O. cruciata varia* vorwiegend (zu etwa 94%) Bastarde giebt, welche sich äusserlich nicht von *O. Lamarckiana* × *O. muricata* unterscheiden, und dass diese, soweit der Versuch reicht, samenbeständig sind. Daneben entstehen Bastarde mit *Biennis*-Eigenschaften, theils völlig fertile, bei Aussaat constante braunrothe aber sonst *biennis*-ähnliche Pflanzen, wie sie auch aus der Kreuzung *O. cruciata varia* × *O. biennis* entstehen (S. 101), theils sterile oder fast sterile Exemplare, welche letztere inconstant sind, und in der nächsten Generation die verschiedenen in der vorhergehenden beobachteten, unmittelbar aus der Kreuzung hervorgegangenen Typen wiederholen. Hier haben wir somit einen Fall eines inconstanten Bastardes, den früher (§ 9, S. 74) beschriebenen ähnlich. Es fällt dabei auf, dass derselbe Typus, welcher in der ersten Generation weitaus die meisten Individuen umfasste, auch in der zweiten der häufigste war.



Fig. 17. Bastarde aus der zweiten Generation einer Kreuzung *O. Lamarckiana* × *O. cruciata varia*. Sterile, dichtblätterige Form, 1900.

Solches ist aber nicht immer der Fall. Bei Wiederholungen der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *O. cruciata varia* besteht die Bastardgruppe zwar gewöhnlich aus *O. Lamarckiana* × *O. muricata* und aus *O. rubiennis*, aber in sehr wechselnden Verhältnissen, mitunter sogar ausschliesslich aus der letzteren. Auch *O. lata* × *O. cruciata varia* gab mir als Bastarde vorwiegend solche vom

Typus *O. Lamarckiana* × *O. muricata*, welche sich in späteren Generationen constant zeigten.

Es entsteht jetzt die Frage, woher im Bastard *O. Lamarckiana* × *O. cruciata varia* die beobachteten Eigenschaften von *O. muricata* und *O. biennis* rühren? Offenbar müssen sie in der Summe der Eigenschaften der beiden Eltern vorhanden sein, und zwar im latenten Zustande. Und diese latenten Eigenschaften müssen die Eltern ohne irgend welchen Zweifel von ihren Vorfahren ererbt haben. So weit scheint mir der Sachverhalt völlig klar, und in Uebereinstimmung mit unseren sonstigen Kenntnissen über wiederholte Kreuzungen und sogenannte abgeleitete Bastarde, auch auf zoologischem und namentlich auf entomologischem Gebiete.[1] Die fraglichen Vorfahren aber können theils nähere, theils entferntere sein. Die näheren können fremdartige sein, indem die *O. cruciata varia* als Bastardrasse vor einer verhältnissmässig geringen Reihe von Generationen durch Kreuzung der betreffenden Vorfahren entstanden sein könnte. Als entferntere Vorfahren möchte ich aber in diesem Falle die phylogenetischen Ahnen betrachten. Alles deutet darauf hin, dass die *Oenothera Lamarckiana* von der *O. biennis* abstammt, und es ist vorläufig die Annahme gestattet, dass diese letztere auch den anderen Sorten, und namentlich *O. muricata* den Ursprung gegeben hat.[2] Nimmt man nun noch an, dass *O. cruciata Nutt.* aus *O. muricata* oder deren nächsten Vorfahren entstanden ist,[3] so wären *Biennis* und theilweise *Muricata* die Arten, deren ererbte aber latent gewordene Eigenschaften bei der Kreuzung von *O. Lamarckiana* und *O. cruciata* an's Licht treten könnten.

Das Auftreten von *Biennis*-Eigenschaften unter den fraglichen Bastarden dürfte in dieser phylogenetischen Betrachtung seine einfachste Erklärung finden. Aber so lange nicht *O. cruciata Nutt.* selbst, sondern nur *O. cruciata varia* untersucht worden ist, lässt sich nicht entscheiden, ob oder inwiefern das Auftreten der *Muricata*-Eigenschaften den phylogenetischen Vorfahren oder der Natur dieser Sorte als einer Bastardrasse zuzuschreiben ist. Solches muss also weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

---

[1] M. Standfuss, *Experimentelle zoologische Studien.* Neue Denkschriften d. allgem. Schweiz. Gesellsch. f. d. gesammten Naturw. 1898. Mit fünf Tafeln. Sonderabdruck S. 1—39. Ders., *Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge* für Forscher und Sammler. 1896.

[2] Vergl. Bd. I, S. 315 und 332.

[3] Auf diese vermuthlichen verwandtschaftlichen Verhältnisse beabsichtige ich im vierten Abschnitt zurückzukommen.

Neben der *Oenothera cruciata varia* und oft aus derselben Samenprobe erhielt ich durch den Tausch der botanischen Gärten mehrfach eine Form, welche durchaus mit der oben beschriebenen *O. rubiennis* übereinstimmt (S. 102). Ich habe sie bei Selbstbefruchtung stets constant gefunden, und vielfach zu Kreuzungen verwandt.[1] Es ist bei solchen Funden klar, dass die betreffende Pflanze aus einer Kreuzung von *O. cruciata* oder *O. cruc. varia* entstanden ist, da sie deren braunrothe Farbe stets als am meisten auffallendes Kennzeichen trägt, und da sie häufig auch die cruciaten Petalen ererbt hat. Aber ob die Kreuzung mit *O. biennis*, oder mit *O. Lamarckiana* oder vielleicht mit einer anderen Art aus derselben Gruppe stattgefunden hat, lässt sich nicht mehr ermitteln. Weder die Merkmale, noch die weiteren Kreuzungen, und am wenigsten die Constanz bei reiner Aussaat geben darüber einen Aufschluss. Nur zeigen die meisten Kreuzungen, in Uebereinstimmung mit den oben dargelegten Erfahrungen, klar, dass die *O. rubiennis* auch in diesen Fällen nicht eine reine Form, sondern eine Bastardrasse ist.

Es erübrigt mir also jetzt noch, diese *Rubiennis*-Kreuzungen zu beschreiben. Sie sind nicht mit den von mir gemachten Bastarden, sondern mit den zufälligen Hybriden unbekannter Herkunft aus den botanischen Gärten gemacht worden. Diese wurden, wie in den obigen Versuchen, mit *O. biennis*, *O. muricata* und *O. Lamarckiana* und deren Abkömmlingen und ausserdem mit *O. cruciata varia* bastardirt.

O. rubiennis × *O. biennis* gab, wie zu erwarten, nur diese beiden Formen unter den Bastarden. Die Kreuzung wurde im Sommer 1899 ausgeführt; die *Rubiennis*-Exemplare gehörten der dritten in meinem Garten cultivirten und rein vermehrten Rasse an; die *Biennis*-Pflanzen waren als Rosetten aus dem Freien, aus einer Gegend, wo nur diese Art wuchs, in meinen Versuchsgarten übergepflanzt worden. Es keimten etwa 500 Pflänzchen, welche, abgesehen von der Farbe, keinen Unterschied zeigten, und von denen ohne Wahl 80 ausgepflanzt wurden. Von diesen waren Mitte Juli 23 % als *O. biennis* und die übrigen 77 % als *O. rubiennis* (mit der braunrothen Farbe) zu erkennen. Fast alle Exemplare brachten es zur Blüthe, und mehrere bildeten ihre Früchte aus; sie bestätigten dabei nur die im Juli gemachte Folgerung.

O. rubiennis × *O. cruciata varia* sowie *O. cruciata varia* × *O. rubiennis*. Beide Kreuzungen habe ich gleichfalls im Sommer 1899 an den mehrfach erwähnten reinen Culturen dritter Generation beider Rassen aus-

[1] Vergl. den fünften Abschnitt, über das *Cruciata*-Merkmal.

geführt. Als Bastarde erhielt ich nur *O. rubiennis* und zwar in je etwa 80 blühenden oder doch nahezu blühenden Exemplaren.

O. rubiennis × *O. muricata* und die reciproke Kreuzung lieferten gleichfalls nur eine einförmige Nachkommenschaft, welche die Tracht und die Eigenschaften der *O. muricata* zeigte, aber in untergeordneten Punkten mehr oder weniger abwich. Auffallend war dabei, dass in der erstgenannten Verbindung die braunrothe Farbe der *O. rubiennis* fehlte, während sie in der zweiten in allen Exemplaren sich deutlich zeigte. Der Umfang der Aussaaten betrug 70 bezw. 90 blühende Pflanzen.

O. rubiennis × *O. Lamarckiana* und *O. rubiennis* mit *O. nanella, O. lata* und *O. scintillans* gekreuzt. Die Bastardculturen zeigten sich regelmässig aus zwei Typen zusammengesetzt, deren einer *O. rubiennis* war, während der andere die Tracht der *O. Lamarckiana* und alle ihre Merkmale mit Ausnahme der Blüthen hatte. Diese waren in Bezug auf Grösse, Griffellänge, Ausspreizen der Narbe u. s. w. *Biennis*-Blüthen und befruchteten sich dementsprechend ohne künstliche Hülfe, meist vor dem Oeffnen der Blüthenknospen. Nur bei *O. scintillans* traten neben diesen beiden Typen auch Exemplare hervor, welche der *scintillans* selbst glichen, aber gleichfalls kleinere Blumen und Selbstbefruchtung hatten. Mit Ausschluss von *O. lata* habe ich von diesen verschiedenen Verbindungen auch die reciproken Bastardirungen ausgeführt. Der Umfang der Versuche war meist etwa 80 blühende Pflanzen. Das Verhältniss zwischen *O. rubiennis* und *biennis*-blüthigen *Lamarckiana* (*O. Lam.* B. B.) welchselte im höchsten Grade, wie die folgende Uebersicht zeigt.

Kreuzungen von *O. rubiennis* mit:

Jahr der Kreuzung			In Procenten: *O. rubiennis*	*O. Lamarckiana BB*
1898	*O. Lamarckiana*	♀	16	84
1899	„ „	♀	9	91
1899	„ „	♂	10—23	71—90
1899	„ *scintillans*[1]	♀	1	74
1899	„ „	♂	61	37
1899	„ *nanella*	♂	95	5
1899	„ „	♀	36	64
1899	„ *lata*	♀	—	100

In allen diesen Versuchen waren die *O. rubiennis*-Pflanzen aus meiner Rasse genommen, und zwar aus derselben Rasse, mit der auch

[1] Die Kreuzung mit dieser inconstanten Art gab eine sehr polymorphe Nachkommenschaft; daher ist die Summe beider Zahlen nicht = 100.

die vorhergehenden Bastardirungen ausgeführt waren. Mit *O. rubiennis* von anderer Herkunft habe ich nur *O. Lamarckiana* gekreuzt, und zwar im Jahre 1895. Die Kreuzung ergab auch damals dieselben Typen, und zwar 87 % *O. Lamarckiana* (*biennis*-blüthig) und 13 % *O. rubiennis* auf etwa 150 Exemplaren.

Es scheint mir in diesen Versuchen eine wichtige Bestätigung des oben mehrfach betonten Satzes zu liegen, dass die Zusammensetzung der ersten Bastard-Generation wesentlich von äusseren Einflüssen bedingt werden kann. Die Unterschiede in den mitgetheilten Procentzahlen sind so grosse und so durchgreifende, dass sie trotz der verhältnissmässig kleinen Culturen weit ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen. Namentlich die ungleichen Ergebnisse der reciproken Kreuzungen dürften wenigstens zum Theil von der Lebenslage beeinflusst sein, denn es liegt auf der Hand, dass diese, sowohl für die Geschlechtszellen vor der Befruchtung als während dieser und nach ihr (wenn dann noch ein Einfluss möglich ist), bei ihnen sehr verschieden müssen sein können.

Schliesslich möchte ich hier noch die Frage berühren, inwiefern die beobachteten Bastarde ein richtiges Bild von der wirklichen Zusammensetzung der ganzen Bastard-Generation geben. *Oenothera muricata* und *O. cruciata varia* geben in ihren Kreuzungen mit verschiedenen anderen Arten und Rassen theilweise gelbliche Keimlinge (S. 29). Bisweilen ausschliesslich oder doch sehr vorwiegend solche, bisweilen in geringeren oder gar sehr geringen Verhältnissen. Diese Pflänzchen sind äusserst schwach, und mehrfach gelang es mir nur theilweise, sie zur weiteren Entwickelung zu bringen. Bisweilen sind mir sogar ganze Versuche durch das frühzeitige Absterben der Keimpflanzen verloren gegangen. Und nur insofern die Zählungen ganz früh, vor dieser Sterbe-Periode stattfinden konnten, habe ich sie als gültig betrachtet. Ist das Sterben hier auf eine mangelhafte Ausbildung des Chlorophylls zurückzuführen, so deutet es doch auf die Möglichkeit hin, dass es noch andere Ursachen geben kann, welche die Keime vielleicht schon in den reifenden Samen zum Absterben bringen. Und offenbar würden solche Ursachen bei gemischter Nachkommenschaft die eine Sorte mehr berühren als die andere, und somit das procentische Verhältniss verändern, wenn sie nicht gar einzelne Bastardformen schon im Keime ganz ersticken würden. Bei Schlussfolgerungen aus gefundenen Zahlenverhältnissen scheint es also gerathen, stets diese Möglichkeiten im Auge zu behalten.

Nach den obigen Darlegungen und Versuchen kann die Methode des Bastardirens in manchen Fällen dazu benutzt werden, zufällig,

sei es im Freien, sei es in der Cultur gefundene Rassen darauf zu prüfen, ob sie vielleicht von hybridem Ursprung sind. Denn wenn die erhaltene Bastard-Generation eine von den für einfache Kreuzungen geltenden Regeln abweichende Zusammensetzung zeigt, und vielleicht dazu latente Merkmale möglicher Vorfahren an's Licht bringt, so sind offenbar neue Thatsachen für die Beurtheilung gewonnen. Aber sehr Vieles bleibt hier noch zu untersuchen übrig, bevor es möglich sein wird, allgemeine Regeln aufzustellen und diese auf die Elementar-Analyse der einzelnen Formen anzuwenden.

Zweiter Abschnitt.

Die Mendel'schen Spaltungsgesetze.

I. Die Methode der Erbzahlen.

§ 1. Mono-, Di- und Polyhybriden.

Bis jetzt betrachtet die Bastardlehre die Arten, Unterarten und Varietäten als die Einheiten, deren Combinationen in den Bastarden angestrebt und untersucht werden sollen. Für die meisten Forscher bilden die systematischen Begriffe nicht nur das Ziel, sondern auch den Ausgangspunkt ihrer Bastardirungsversuche. Im vorhergehenden Abschnitt habe ich versucht, eine kritische Darstellung von dem gegenwärtigen Stand[2] dieser Lehre zu geben und zu zeigen, wie jede Bemühung, tiefer in den Grund der Erscheinungen einzudringen, uns mehr oder weniger bestimmt dazu führt, den Artcharakter nicht als Einheit, sondern als ein zusammengesetztes Bild aufzufassen. Dieses Bild besteht offenbar selbst aus Einheiten, welche wenigstens gruppenweise sich bei den Bastardirungen in verschiedener Weise verhalten.

Namentlich tritt bei einer zusammenfassenden Behandlung ein Hauptunterschied zwischen zwei Gruppen klar an's Licht. Ich meine die constanten und die inconstanten Eigenschaften der Hybriden. Die ersteren pflegen in den Nachkommen der Bastarde sich selber gleich zu bleiben, die letzteren aber zu variiren, wie man es im Gartenbau nennt. Für die beständigen Eigenschaften bestimmt die Art und Weise des Zusammenwirkens der elterlichen Anlagen im Mischling den Grad ihrer sichtbaren Ausbildung; diese Bestimmung gilt aber

---

[1] Als solchen betrachte ich die Sachlage bis zu der Zeit, wo ich meine erste vorläufige Mittheilung über den hier zu behandelnden Gegenstand veröffentlichte, also Anfang 1900. Vergl. *Berichte d. d. bot. Ges.* 1900. Bd. XVIII. Heft 3. S. 83. Die bald darauf gefolgten hervorragenden Mittheilungen von Correns, Tschermak und Webber sollen weiter unten eingehend vorgeführt werden. Während des Druckes des vorliegenden Bandes erschienen ferner: W. Bateson, *Mendel's principles of heredity*, und W. Bateson and E. R. Saunders, *Report to the evolution committee.* Royal Society, London.

nicht nur für den ursprünglichen Bastard, sondern in derselben Weise für seine Nachkommen. Wir haben gesehen, dass die elterlichen Eigenschaften in einem Hybriden in der Regel mit halbirter Intensität auftreten, wie MACFARLANE es ausdrückt, dass dieses Verhältniss aber bedeutenden Schwankungen unterliegt, und dass diese, soweit die einzige ausreichend vollständige Beobachtungsreihe, die PETER'schen Zahlen für *Hieracium*, ein Urtheil gestatten, den einfachen Gesetzen der Wahrscheinlichkeitslehre unterworfen sind.

Jede Eigenschaft hat dabei ihren eigenen Grad der Abweichung vom MACFARLANE'schen Mittel, und es ergiebt sich eine gewisse, wenn auch noch nicht sehr stark ausgesprochene Unabhängigkeit der einzelnen constanten Eigenthümlichkeiten. In demselben Bastard kann der eine Charakter genau zur Hälfte reducirt sein, während ein zweiter ungeschwächt übertragen wird, ein dritter aber völlig latent geworden ist.

Viel klarer äussert sich aber die gegenseitige Unabhängigkeit der Merkmale, wenn diese unbeständig sind. Ich wähle das Wort Unbeständigkeit oder Inconstanz, weil die übliche Bezeichnung (das Variiren) eine viel zu unsichere ist, und nur zu leicht und zu oft eine Veranlassung zu Verwirrungen wird. Im Hybriden denken wir uns die Anlagen der beiden Eltern in irgend einer Weise zusammengefügt, und die Art dieser Vereinigung entscheidet darüber, welche Anlagen in ihm activ werden können, und in welchem Grade. In seinen Nachkommen können nun die Anlagen sich verschieden verhalten, indem in dem einen Exemplar der Grad der Activität erhöht, in dem anderen aber geschwächt wird. Es entstehen dann die bekannten formen- und farbenreichen Bastard-Generationen. Aber dieser Reichthum in der äusseren Erscheinung wird gerade dadurch bedingt, dass die einzelnen Charaktere mehr oder weniger von einander unabhängig sind, denn würden sie stets nach demselben Gesetze und in derselben Weise zusammengehen, so würde offenbar keine so bunte Mannigfaltigkeit zu Stande kommen können.[1]

Jede Eigenschaft äussert sich in einem einzigen oder in mehreren Merkmalen, wie wir solches im ersten Bande, namentlich bei der Beschreibung unserer *Oenothera lata* auseinandergesetzt haben (Bd. I, S. 287). Im letzteren Falle unterscheiden wir zwischen der primären und den verschiedenen secundären Aeusserungen der betreffenden inneren Anlage, wenn es auch oft schwierig und willkürlich ist, eine unter

[1] Ich betrachte hier selbstverständlich nur diejenigen Unterschiede zwischen den beiden Stammarten eines Bastardes, welche auf dem Gebiete der Mutabilität liegen; für jene aus der Variabilität sei auf einen folgenden Abschnitt verwiesen.

allen als primäre zu bezeichnen. Aber es ist klar, dass nach dieser Auffassung die verschiedenen Aeusserungen desselben Charakters nie von einander getrennt werden können; ihr Verhältniss kann nach den Gesetzen der fluctuirenden Variabilität schwanken, aber wo die ihnen zu Grunde liegende Anlage wirklich eine unzerlegbare Einheit ist, müssen auch die einzelnen Aeusserungen fest mit einander verbunden bleiben. Es erwächst daraus die Aufgabe, die Trennung und Loslösung der Merkmale so weit wie möglich durchzuführen. Was dann am Schlusse sich als unzertrennlich verbunden zeigt, wird, wenigstens in den meisten Fällen, als letzte Einheit zu betrachten sein.

Ein sehr klares Beispiel zu dem Unterschiede der primären und secundären Merkmale, in denen sich dieselbe elementare Eigenschaft äussern kann, hat neuerlich Correns gegeben.[1] Der Zuckermais *(Zea Mays dulcis)* unterscheidet sich von der gewöhnlichen mehligen Sorte:

1. durch den grösseren Wassergehalt des reifen, aber noch nicht ausgetrockneten Kornes,

2. durch das Runzligwerden des Endosperms beim Austrocknen,

3. durch das geringere Gewicht des trockenen Kornes.

4. durch die Farbe der Körner,

5. durch die glasige Beschaffenheit des Endosperms, und

6. durch das grössere relative Gewicht des Embryo dem Endosperm gegenüber.

Diese sechs Merkmale sind aber alle offenbar nur Folgeerscheinungen eines einzelnen, nämlich

7. der Ablage von Dextrin u. s. w. im Endosperm statt der Stärke.

Diesen inneren Grund der äusserlich sichtbaren Merkmale, diese einfachen Anlagen oder letzten Einheiten zu ermitteln, scheint mir das Hauptziel der Elementaren Bastardlehre im Gegensatz zu der jetzt herrschenden Richtung. Gelingt es einmal, diese zu erkennen, so wird man im Besitze der empirischen Grundlagen sein, auf welche dann nachher alle systematischen Auffassungen und Gruppirungen sich zu stützen haben werden. Offenbar treten uns diese Einheiten klarer und sicherer auf dem Gebiete der Mutationen entgegen, aber so lange dort das Beobachtungsmaterial noch so sehr beschränkt ist, ist es vom höchsten Werthe, in den künstlichen Kreuzungen ein zweites Mittel zu besitzen, um ihr Wesen zu ermitteln.

[1] C. Correns, *Bastarde zwischen Maisrassen.* Bibliotheca Botanica. Heft 53. 1901. S. 2. Vergl. ferner E. Tschermak, *Ueber Correlation zwischen vegetativen und sexualen Merkmalen an Erbsenmischlingen.* Ber. d. d. bot. Ges. 1902. Bd. XX. S. 17.

Hier aber tritt uns die erste Regel aller wissenschaftlichen Forschung entgegen, welche uns mahnt, stets mit dem Einfachen zu beginnen, und von diesem allmählich zu dem Zusammengesetzten aufzusteigen. Zuerst kommt das Unterscheiden, dann das Verbinden. Im vorliegenden Falle wird es also zur Aufgabe, aus der Fülle der Charaktere, welche bis jetzt bei hybriden Verbindungen in's Spiel gebracht wurden, in jedem Falle einen einzigen herauszugreifen, und ihn möglichst isolirt und unabhängig von anderen, in allen seinen Erscheinungsweisen zu verfolgen und zu studiren. Zwei Wege leiten zu diesem Ziel. Erstens können wir in einer willkürlichen Bastardverbindung unser Augenmerk ausschliesslich auf ein einzelnes Merkmal richten, und indem wir dessen Verhalten in den aufeinander folgenden Generationen untersuchen, seine Gesetze erforschen. Studiren wir dann dasselbe Merkmal in verschiedenen Mischlingen, so werden wir die allgemeineren Gesetze richtiger erkennen können. Zweitens aber werden wir solche Kreuzungen aufsuchen können, in denen die beiden Stammarten thatsächlich sich nur in Bezug auf einen einzigen Punkt unterscheiden; das Verhalten ihrer Nachkommen wird dann die Gesetze dieses Differenzpunktes unmittelbar an's Licht treten lassen.

Ich wähle die Bezeichnung monohybride Kreuzungen für diese beiden Fälle,[1] in denen man somit beim Versuch nur einen einzigen Differenzpunkt, nur eine einzige elementare Eigenschaft in Betracht zieht, unabhängig von der Frage, ob es daneben noch andere Unterschiede giebt oder nicht. Für die Versuche bilden offenbar die Bastarde, deren beide Eltern thatsächlich nur in einem Merkmal verschieden sind, und welche man die wirklichen Monohybriden nennen könnte, die einfachsten Fälle. Diese sind aber zu selten, um ausschliesslich den Gegenstand der Forschung zu bilden. Dazu kommt, dass man im Allgemeinen nur von den phylogenetisch jüngsten Eigenschaften solche Kreuzungen ausführen kann, und wenn es also gilt, neben diesen auch ältere Eigenschaften zu untersuchen, so wird man geradezu gezwungen, den Begriff im erörterten weiteren Sinne aufzufassen. Nach diesem ist es also klar, dass dieselbe Kreuzung als eine monohybride oder als eine di-polyhybride Vereinigung gelten kann, je nachdem man sein Augenmerk auf einen einzigen oder auf mehrere Differenzpunkte richtet.

Monohybride Kreuzungen kann man sowohl für constante als für inconstante Eigenschaften untersuchen, und

[1] *Ber. d. d. bot. Ges.*, 1900, a. a. O. S. 84.

im letzteren Falle ist es als möglich zu erachten, dass die Gesetze der einen Eigenschaft oft andere sein werden als diejenigen einer anderen elementaren Einheit.

Den Monohybriden gegenüber stellen wir die Di-, Tri- und Polyhybriden. Ihre Eltern unterscheiden sich je in zwei, drei oder mehreren elementaren Eigenschaften, bezw. es werden im Versuche zwei, drei oder mehrere Differenzpunkte in Betracht gezogen. Ihre Gesetze sind zunächst nach den einfachen Regeln der Combinationen aus denen der Monohybriden abzuleiten, unter der Annahme, dass die einzelnen Charaktere bei den Kreuzungen sich von einander unabhängig verhalten und also in ihren Verbindungen nur vom Zufallsgesetze beherrscht werden. Die Erfahrung bestätigt, wie wir sehen werden, in der Regel diese Voraussetzung, aber die Möglichkeit von Ausnahmen ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen. Es liegt sogar auf der Hand, zu erwarten, dass elementare Eigenschaften mehrfach zu zwei oder drei, oft vielleicht in grösseren Gruppen so innig mit einander verbunden sein können, dass sie sich durch Bastardirungsversuche nicht trennen lassen.[1]

So lange uns die Natur der inneren oder elementaren Eigenschaften noch fast nur aus allgemeinen Betrachtungen bekannt ist, werden wir die elementaren Bastardirungsversuche noch zunächst nach ihren Ergebnissen zu Gruppen zusammenfassen müssen. Diese Ergebnisse liegen aber weniger im Aeusseren der Bastarde, als in der Zusammensetzung ihrer auf einander folgenden Generationen. Das Aeussere eines Bastardes lässt sich nur schätzen, die Zusammensetzung einer Aussaat lässt sich in Zahlen ausdrücken. Jene Schätzungen aber sind in hohem Grade von persönlichen Ansichten oder Voreingenommenheiten abhängig und die Auffassungen verschiedener Forscher gehen oft sehr weit aus einander, wie wir dieses im ersten Abschnitt ausführlich dargelegt haben.[2] Ob man einen Bastard intermediär oder goneoklin nennen soll, ist in sehr vielen Fällen nur eine Frage des gegenseitigen Verständnisses, ebenso ob ein Hybride extrem goneoklin oder völlig einseitig ist (Fig. 18).

In den Vordergrund der Forschung tritt somit die numerische

[1] *Intracellulare Pangenesis.* S. 70, 189 u. s. w.

[2] Meine eigenen Schätzungen habe ich im Laufe meiner Untersuchungen sich allmählich verändern sehen, je nachdem mir die Uebereinstimmungen oder die Unterschiede wichtiger zu sein schienen. Auch fand ich in einzelnen Fällen, dass Differenzen, welche nur fluctuirende zu sein scheinen, dennoch bisweilen eine tiefere Bedeutung haben können. Vergl. unten, bei *Hyoscyamus niger.*

Zusammensetzung der einzelnen Bastard-Generationen. Die erste Generation kann einförmig sein; dann handelt es sich um den Bau der zweiten und der dritten. Oder die erste Generation enthält selbst bereits zwei oder mehrere Typen, und dann fragt es sich, wie jeder dieser sich bei Selbstbefruchtung verhalten wird.

Fig. 18. *Viola cornuta alba.* Die blaue Blüthenfarbe der Art wird in dieser Varietät als latent betrachtet, die Varietät allgemein weiss genannt. Sieht man aber genauer zu, so zeigen ganze Beete der weissblühenden Sorte einen schwachen aber deutlichen bläulichen Schimmer auf den Blüthen.

Diese Fragestellung erfordert stets das Studium von zwei oder mehreren Generationen, denn die erstere Generation lehrt, namentlich wenn sie einförmig ist, wie es ja gewöhnlich der Fall ist, nicht einmal, ob man beständige oder unbeständige Bastard-Eigenschaften vor sich hat.

Andererseits erfordert diese Fragestellung eine möglichst genaue Ermittelung der procentischen Zusammenstellung der einzelnen Bastard-Generationen. Und es leuchtet ein, dass dazu die erste Bedingung ist, diese nicht in einigen wenigen Exemplaren, sondern in beträchtlichen Anzahlen von Individuen zu cultiviren. Denn bis zu einer gewissen Grenze wird die Genauigkeit des Resultates von der untersuchten Anzahl abhängen. Aber wo liegt diese Grenze, wie viele Individuen soll man untersuchen, um völlige Zuverlässigkeit zu erzielen? Diese Frage ist offenbar zunächst zu beantworten, von ihrer Antwort hängt ja der ganze Umfang der Versuche, und damit oft die Möglichkeit ihrer Ausführung ab. Wir werden ihr somit die nächsten Paragraphen widmen.[1]

[1] Vorläufig sei bemerkt, dass ein Versuchsumfang von 300—400 Individuen pro Aussaat die Grenze bildet, deren Ueberschreitung zu keiner grösseren Genauigkeit führt.

Daneben steht die Frage, welcher Grad von Genauigkeit überhaupt erreicht werden kann. Soll man seine Procentzahlen bis auf zwei Decimalen berechnen und vorführen, wie es ja bisweilen üblich ist, oder ist solches nur eine Parade einer in Wirklichkeit nicht vorhandenen Genauigkeit? Diese Frage fällt in ihrem inneren Wesen zusammen mit der viel bekannteren nach dem Werthe der Probe-Entnahmen, denn offenbar erntet und sät man wohl nie alle möglichen Samen einer Pflanze, sondern stets nur einen oft verhältnissmässig kleinen Theil der ganzen „theoretischen" Ernte. Die Genauigkeit der Keimzählungen unterliegt also den Einschränkungen, welche die unvermeidlichen Zufälligkeiten der Probe-Entnahme mit sich führen, und soll somit zunächst einem empirischen und theoretischen Studium unterworfen werden. Dieses führt, wie wir sehen werden, zu der Annahme der sogenannten Latitüde, d. h. einer Grenze der erlaubten, möglichen bezw. unvermeidlichen Abweichungen vom wirklichen Werthe.[1]

Die procentische Zusammensetzung einer reinen Samenprobe werden wir die Erbzahl ihrer Eltern nennen. Diese Erbzahl bezieht sich bei Selbstbefruchtungen somit auf eine einzige Pflanze, und bildet für diese sehr oft das wesentlichste, gar nicht selten das einzige Mittel zur Beurtheilung der erblichen Eigenschaften. Bei Kreuzungen gilt die Erbzahl selbstverständlich für die hybride Verbindung zweier Typen, kann aber oft auch mit Vortheil auf eine von beiden bezogen werden. Bei freier Bestäubung gelten die Erbzahlen für die Mutterpflanzen; je nach den Arten und deren Einrichtung zur vorwiegenden Befruchtung mit ihrem eigenen Pollen verlieren sie mehr oder weniger an Genauigkeit und Bedeutung. Aber stets soll man, um überhaupt Erbzahlen zu bestimmen, die Ernte aller einzelnen Individuen getrennt einsammeln und untersuchen. Gemischte Ernten haben bei dieser Untersuchungsmethode nur eine ganz untergeordnete Bedeutung, wie dieses namentlich von Johannsen an hervorragender Stelle ausgeführt worden ist.[2]

Wir haben somit in den nächsten Paragraphen zuerst die Frage nach der Genauigkeit der Erbzahlen zu behandeln, um erst auf Grund dieser Untersuchung die Vererbungserscheinungen bei den Kreuzungen selbst zu studiren.

---

[1] Diese Latitüde beträgt in der Praxis 5%. Proben aus einer künstlichen Mischung von gleichen Theilen verschiedener Samen pflegen zwischen 45 und 55% zu schwanken und eine grössere Genauigkeit darf also nicht gefordert werden. Vergl. unten.

[2] Eug. Warming og W. Johannsen. *Den almindelige Botanik.* 4. Aufl. 1901. S. 673.

§ 2. Uebersicht der Fehlerquellen.

In der elementaren Bastardlehre handelt es sich in der Mehrzahl der Fälle um die Ermittelung der procentischen Zusammensetzung der Nachkommenschaft einer gekreuzten oder normalen Befruchtung. Dabei ist es fast nie möglich, alle Blüthen zu befruchten und alle Früchte, welche die Pflanze bei ungehindertem Wachsthum liefern könnte, zu ernten. Ebenso wenig ist es in der Regel durchführbar, die ganze Ernte auszusäen, und alle Nachkommen auszuzählen. Man hat sich mit einer beschränkten Auslese der Blüthen und Früchte zufrieden zu geben, und die Erbzahl für die ganze Ernte aus Keimproben mit Mustern von beschränkter Grösse abzuleiten.

Unter diesen Umständen ergeben sich zwei Fragen, von deren Beantwortung die ganze Grundlage der experimentellen Methode abhängt:

1. Welche Genauigkeit haben die erhaltenen Erbzahlen in den einzelnen Versuchen?

2. Welchen Grad der Genauigkeit soll man zu erreichen streben?

Betrachten wir zuerst den zweiten Punkt. Ohne Zweifel ist in manchen Fällen der höchste Grad von Genauigkeit, den man überhaupt erreichen kann, der beste, namentlich wo es gilt, den zahlenmässigen Beweis für bestimmte Gesetze zu liefern. Wo aber die Erscheinungen in ihren grossen Zügen noch so völlig dunkel sind, wie auf dem Gebiete der Bastardlehre, gilt es zunächst, die Gesetze selbst zu entdecken. Und um dazu zu gelangen, müssen vorher die einfachen Erscheinungen aufgesucht und auf ihre elementare Beschaffenheit geprüft werden. Ganze Gruppen von Vorgängen sind uns vermuthlich noch völlig verborgen; man ahnt sie nicht und der Zufall hat sie an's Licht zu bringen. Und die Aussicht ist offenbar viel grösser, dass solches durch umfangreiche, als dass es durch sehr genaue Versuche geschehen würde.

Diese und ähnliche allgemeine Betrachtungen führen zu dem Schlusse, dass es wichtig ist, möglichst viele und vielseitige Versuche anzustellen. Daher dürfen die an die Genauigkeit zu stellenden Forderungen nicht dazu leiten, jeder einzelnen Cultur so viel Zeit und so grossen Raum zu opfern, dass dadurch die Anzahl der gleichzeitig zu behandelnden Fragen zu sehr verringert wird.

Der Umfang jedes einzelnen Versuches wird der Hauptsache nach durch zwei Factoren bestimmt. Es sind diese die Anzahl der Samenträger, und die Grösse der Aussaat für jeden von ihnen. Je

zahlreicher die Samenträger, um so genauer wird sich aus dem Versuch der mittlere Werth für die ganze Gruppe berechnen lassen, und dieser mittlere Werth ist es in der Regel, der die Antwort auf die gestellte Frage giebt. Und unter einer grösseren Anzahl von Mutterpflanzen ist gleichfalls die Aussicht grösser, extreme Varianten oder vereinzelte Mutanten aufzufinden, als in einer kleineren Gruppe. Für Zuchtversuche ist solches offenbar von höchster Wichtigkeit.

Der zweite Factor ist die Grösse der Aussaat. Für jede Mutter wird die Erbzahl um so genauer gefunden, je mehr Samen man von ihr erntet und aussät und je mehr Keimlinge man in dieser Saat zählt. Die Aussaat und die aus dieser eventuell für das Zählen gewählte Gruppe von Keimpflanzen nennen wir die Keimprobe, und es leuchtet ein, dass die Grösse der Ernte und der Umfang der Keimprobe eigentlich zwei von einander getrennt zu betrachtende Factoren sind. Mit der Anzahl der Samenträger verbunden bestimmen sie die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Versuches.

Es ist nun offenbar unmöglich, diesen drei Factoren jede beliebige Ausdehnung zu geben. Die Anzahl der Samenträger ist durch den verfügbaren Raum im Versuchsgarten beschränkt, die Grösse der Ernte durch den Raum, den man jeder einzelnen Pflanze geben kann, und der Umfang der Keimprobe theilweise durch die Grösse der Gewächshäuser, namentlich aber durch die Zeit, welche man im Winter und im Frühling für diese Arbeiten zur Verfügung stellen kann. Berücksichtigt man diese Umstände, so spitzt sich die Frage derart zu, dass man untersucht, wie Raum und Zeit am vortheilhaftesten auszunutzen sind, d. h. wie in jedem Jahre auf möglichst viele Fragen eine zuverlässige Antwort erhalten werden kann. Denn je mehr Raum und Zeit jedes einzelne Experiment beansprucht, um so kleiner wird nothwendiger Weise die Anzahl der Versuche werden. Es ist also zu ermitteln, wie viele Samenträger man am besten cultivirt, wie viel Raum man ihnen zu geben hat für eine ausreichende Ernte, wie viel Blüthen man eventuell künstlich befruchten soll, und wie gross schliesslich die Keimprobe zu nehmen ist. Und da die künstlichen Befruchtungen unter dem hiesigen Klima mit wenigen Ausnahmen erst etwa Mitte Juli anfangen können und vor Ende August abgeschlossen sein müssen, so darf man nicht zu viele Blüthen für jeden einzelnen Versuch castriren, wenn man seine ganze Versuchsreihe überhaupt zur Ausführung bringen will.

Im Winter und Frühling sind die Keimzählungen, deren Ergebniss die Grundlage für die Wahl der Samenträger in dem betreffenden Jahre sein soll, selbstverständlich auszuführen vor oder in der

Zeit des Auspflanzens. Es ist nun klar, dass, wenn man z. B. für einen einzelnen Versuch Zeit und Raum hat, um 12 000 Keimlinge zu zählen, es sich fragt, ob man von 40 Samenträgern je 300, oder von 30 je 400 Keime zählen soll, oder in anderen Verhältnissen. Je grösser die eine Zahl, um so kleiner wird selbstverständlich die andere.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass es am zweckmässigsten ist, im Allgemeinen etwa 20—30 Samenträger und etwa 300—400 Keimlinge als den normalen Versuchsumfang festzustellen. Diese Erfahrung steht mit der in der Praxis der Samenprüfungsanstalten, und mit den Folgerungen aus der Wahrscheinlichkeitslehre, durchaus im Einklang, wie wir in den beiden folgenden Paragraphen sehen werden. Sobald es sich aber um Rassen oder Kreuzungen handelt, deren Merkmale nicht an den Keimpflanzen, also in den Keimschüsseln, gesehen werden können, sondern welche sich erst bei der Ausbildung der Wurzelblätter, dem Emporschiessen des Stengels oder gar erst bei der Blüthe oder der Fruchtreife zeigen werden, so erfordern die Versuche viel zu viel Raum, um in so grosser Ausdehnung ausgeführt zu werden. Für eine Keimprobe von 300—400 Exemplaren reicht eine einzige Keimschüssel in der Regel aus; um 300 Individuen von *Oenothera Lamarckiana* zur Blüthe zu bringen, braucht man etwa 6—8 Quadratmeter. In beiden Fällen erhält man nur eine einzige Erbzahl. Bei der letzteren Sorte von Versuchen ist man also wohl gezwungen, sich mit einem kleinen Umfang zufrieden zu stellen, wenn man überhaupt in jedem Jahre mehrere Fragen zu beantworten hofft. Es entsteht daraus die Regel, zur Beantwortung der einzelnen Fragen den Versuchsumfang so weit zu beschränken, dass man gerade noch eine zuverlässige Antwort erwarten darf, um im nächsten Jahr, falls die Antwort grössere Genauigkeit erfordern und wichtig genug sein sollte, um ihr das Studium anderer Fragen zu opfern, dieselben Zählungen in einem grösseren Umfang zu wiederholen.[1]

Die Genauigkeit der erhaltenen Erbzahlen hängt wesentlich von zwei Fragen ab. Erstens, wie genau vertritt die factische Ernte die ideale, und zweitens, wie verhält sich das ausgesäte Muster zur ganzen Ernte. Indem wir den letzten Punkt in den beiden nächsten Paragraphen ausführlich erörtern werden, wollen wir hier den ersteren einer kurzen Betrachtung unterwerfen.

Die Ernte ist bei Versuchen wohl nie eine so grosse, wie sie sein könnte. Nur wenn jeder einzelne Samenträger möglichst vielen Raum

[1] Leider habe ich Letzteres in mehreren Fällen bis nach Beendigung dieses Buches verschieben müssen; ich behalte mir aber vor, darauf später an anderen Stellen zurückzukommen.

hat, um sich ungestört zu verzweigen, und wenn er so frühzeitig ausgepflanzt und so stark gedüngt ist, dass er vor Schluss des Sommers seine Fähigkeit, Blüthen zu bilden, völlig erschöpft, und wenn schliesslich sämmtliche Blüthen und Samen befruchtet werden und die letzteren sich normal ausbilden, wird das Maximum der Ernte erreicht. Unter unserm Klima erschöpft sich oft ein Hauptstamm oder Ast in der Blüthenbildung, und bringt es also zu einem normalen, nur durch die Grösse der Fruchtlast, nicht durch die Jahreszeit, bedingten Abschluss. Aber nur selten erschöpft eine Pflanze ihre Fähigkeit, sich zu verzweigen und reift sie alle Früchte, welche sie anzulegen vermag. Ohne Beschneiden blühen die meisten Gewächse noch im Herbst, aber September- und October-Blüthen geben bei uns nur selten noch Samen. Die ideale Ernte erreicht eine Pflanze bei uns also wohl nie.

Und wie weit bleibt nicht meist die thatsächliche Ernte bei dieser zurück. Um 20—25 Oenotheren pro Quadratmeter Samen tragen zu lassen, muss man in der Regel alle oder doch fast alle Seitenzweige abschneiden. Wenn man am Hauptstamm jeden Tag oder jeden zweiten Tag die geeigneten Blüthen castrirt und bestäubt, muss man sich meist auf 10—20 Früchte beschränken, falls man dem einzelnen Versuche nicht unverhältnissmässig viel Zeit opfern kann. Es erreicht somit in günstigen Fällen die wirkliche Ernte gewöhnlich nicht ein Zehntel von der überhaupt möglichen. Fängt die Pflanze erst spät im August zu blühen an, so ist man noch stärker beschränkt; ebenso, falls, wie bei *O. scintillans* und *O. lata*, jede einzelne Frucht nur wenige Samen giebt. Bei Kreuzungen ist oft die Fertilität, und dadurch die Ernte, nur eine geringe, oder es zeigt sich eine anscheinend gute Ernte nur als theilweise keimfähig.

In allen diesen Fällen verhält sich die wirkliche Ernte zu der idealen, wie ein grösseres oder kleineres Muster zu dem ganzen betreffenden Vorrath. Nur mit der Ausnahme, dass man nicht weiss, inwiefern das Muster wirklich dem Mittelwerthe entspricht, d. h. inwiefern andere Blüthen, andere Zweige, eine andere Jahreszeit ein abweichendes Muster gegeben haben würde. Doch ist diese Gefahr, wie die unten mitzutheilenden Untersuchungen über die Veränderungen der Erbzahl auf derselben Pflanze bei Selbstbefruchtung zeigen werden, glücklicher Weise im Allgemeinen keine sehr grosse.

Wir dürfen daher, auch bei kleiner Ernte, die Keimprobe mit fast derselben Genauigkeit als Vertreterin der idealen Ernte betrachten, wie im Falle grösserer oder gar sehr grosser Samengewinnung.

Oben wurde eine Frage berührt, welche namentlich bei Kreuzungen zu berücksichtigen ist, wenn durch die grössere oder geringere Sterilität

ein Theil der Samen nicht reift oder nicht keimt (S. 109). Es war die, ob das Verhältniss der verschiedenen Nachkommen in der Keimprobe durch dieses Sterben beeinflusst werden kann. Es liegt auf der Hand, dass die schwächeren Typen auch als Samen mehr von der Sterblichkeit getroffen werden können als die stärkeren, und dass die Prozentzahl also zu Gunsten der letzteren abgeändert werden könnte. Vielleicht könnte gar durch Absterben aller Individuen des schwächeren Typus in der Jugend in manchen Fällen die Einförmigkeit einer Bastardgeneration verursacht werden. Doch habe ich hierüber noch keine Versuche angestellt.

Aehnlich verhält es sich im späteren Leben, wenn die Wachsthumsbedingungen keine ausreichend günstigen sind, wenn z. B., wie so leicht der Fall, auf einem kleinen Raum zu viele Individuen gepflanzt wurden. Ist dann die eine Sorte schwächer als die andere, so bringt sie es in einer zu geringen Individuenzahl zur Blüthe. Statt ausführlicher Auseinandersetzungen führe ich davon ein Beispiel an.

Die Kreuzung *Oenothera (Lamarckiana* × *O. brevistylis)* × *O. brevistylis* giebt in der Regel etwa 50 % von den beiden Typen; die brevistylen Pflanzen sind aber merklich schwächer wie die *Lamarckiana,* namentlich wenn sie mit einander in Concurrenz treten. Ich gewann im Jahre 1899 von einer solchen Kreuzung auf einem Samenträger 4 Kubikcentimeter Samen, und pflanzte davon einen Theil bei dichtem Stande im nächsten Sommer, den übrigen Theil aber im Jahre 1901 bei weitem Stande aus. 1900 wurden ausgepflanzt 187 Exemplare, aber nur 120 brachten es zur Blüthe oder zur Ausbildung solcher Blüthenknospen, dass ich die Griffellänge beurtheilen konnte. Von ihnen waren 41 oder etwa 33 % kurzgrifflig. Im nächsten Jahr pflanzte ich 291 Individuen; es starben nur 34 und es gab 132 langgrifflige und 125 kurzgrifflige Exemplare, also 49 %, eine Zahl, welche hinreichend genau mit dem zu erwartenden Werthe übereinstimmt.

Aehnliche Unterschiede in der Sterblichkeit bei dichtem Stande giebt es sehr oft. Aber auch andere Gefahren kommen vor. So tritt in manchen Jahren im Spätsommer Raupenfrass ein. Fressen nun die Raupen mit Vorliebe die Theile, welche man gerade zur Beurtheilung braucht, so können mehr spätblühende Exemplare bei der Zählung wegfallen als frühblühende u. s. w. So fressen die Raupen von *Mamestra* und *Hadena* bei *Lychnis vespertina* und *diurna* oft vorzugsweise den oberen Theil der unreifen Frucht, also die Zähne, welche ein wichtiges Merkmal bilden, weg. Doch würde es zu weit führen, noch auf andere Beispiele einzugehen.

Manche der hier erwähnten Gefahren sind bei richtiger Versuchsanstellung zu umgehen, das Verhältniss der thatsächlichen zur idealen

Ernte, sowie dasjenige zwischen der Keimprobe und der Ernte kann aber nur ausserhalb gewisser Grenzen durch den Versuchsansteller beherrscht werden. Welches diese Grenzen sind, haben wir also jetzt zu untersuchen.

§ 3. Die in der Landwirthschaft bei Keimprüfungen gebräuchliche Latitüde.

Im Grosshandel der landwirthschaftlichen Samen pflegen diese der Controle der Samenprüfungsstationen unterworfen zu sein. Die Stationen untersuchen die Reinheit, die Keimkraft u. s. w. der ihrem Urtheile unterworfenen Muster, und es fragt sich, in wie weit der Werth des betreffenden Musters mit demjenigen der ganzen Partie übereinstimmt. Selbstverständlich sind Samen, namentlich in grösseren Quantitäten, nie so vollkommen gemischt, dass alle Muster einer Partie einander völlig gleich sein würden. Die vorzüglichste Feststellung der Eigenschaften einer oder zweier Samenproben wird die Zusammensetzung des Ganzen somit nur mit einem gewissen Grade von Genauigkeit angeben. Kleine Abweichungen sind unvermeidlich, und es ist für den Handel sehr wichtig, dass die Grenzen festgestellt sind, innerhalb welcher Differenzen zwischen der Waare und dem Muster, bezw. dem angegebenen Verbrauchswerthe, gestattet sind.

Diese Grenzen bezeichnet man meist als Latitüde, und die von Nobbe in seinem *Handbuch der Samenkunde* vorgeschlagene Latitüde von 5 % ist wohl die am allgemeinsten angenommene.[1] Sie bedeutet, dass eine Abweichung der Waare von der in Procenten angegebenen Werthzahl nach oben und nach unten höchstens 5 % betragen darf, und dass geringere Differenzen somit keinem Einwande ausgesetzt sind. Ist also z. B. 50 % angegeben, so bedeutet dieses, dass der wirkliche Werth zwischen 45 und 55 % liegt.

Die Erfahrung lehrt, dass Käufer und Verkäufer mit dieser Latitüde zufrieden sein können, und eine auf der Wahrscheinlichkeitslehre gegründete theoretische Berechnung hat die volle Berechtigung dieser Grenze ergeben.[2] Theorie und Erfahrung lehren ferner, dass bei sehr hohen und sehr niedrigen Procentzahlen, etwa bei 0—10 und 90—100 %, die zu erwartenden Abweichungen stets bedeutend kleiner sind als bei den übrigen, und man hat in Vorschlag gebracht, dementsprechend für diese Fälle die Latitüde kleiner zu nehmen, und sie auf 3 % festzustellen.

---

[1] F. Nobbe, *Handbuch der Samenkunde.* 1876. S. 605.

[2] Vergl. S. 125.

Es leuchtet ein, dass die Ermittelung von Erbzahlen sich zu dem wirklichen „Erbwerthe“ der Mutterpflanze genau so verhält, wie die Prüfung eines Samenmusters zum Werthe der ganzen Partie. Ich meine dabei nur die Prüfung des gegebenen Musters der vollständig gedachten Ernte,[1] denn inwiefern die thatsächlich erzielte Ernte selbst dem Erbwerth der Mutter entspricht, ist offenbar eine ganz andere Frage. Das hierüber im vorigen Paragraphen Mitgetheilte lehrt, dass auch darin grosse Schwierigkeiten und Fehlerquellen der Methode liegen können.

Die unvermeidlichen Fehler der Probeentnahme sind aber sowohl dem theoretischen als auch dem experimentellen Studium in so einfacher Weise zugänglich, dass es sich lohnt, daraus das Wichtigste zusammenzustellen. Daneben lehren sie uns, in welchem Umfange die Keimprüfungen am zweckmässigsten auszuführen sind, d. h. wie viele Keimlinge man für die Ermittelung der Erbziffer auszuzählen hat. Die so gefundenen Regeln sind für die wissenschaftlichen Untersuchungen dieselben wie für die Praxis, und sollen hier also zunächst angeführt werden.

1. Es ist am besten, für jede einzelne Keimprüfung 300—400 Keimlinge abzuzählen. Bei einer grösseren Anzahl nimmt die Genauigkeit des Ergebnisses nicht wesentlich zu.

2. Ist die Ernte einer einzelnen Pflanze, wie es ja bei vielen Versuchen der Fall ist, nicht so gross, dass sie 300—400 Keimpflänzchen liefert, so ist zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit der Erbziffer ab-, die Latitüde somit zunimmt. Solches findet nach einfachen im Voraus zu berechnenden Regeln statt.

3. Bei Keimprüfungen von 300—400 Exemplaren ist die Latitüde im Allgemeinen auf 5% und nur bei Erbzahlen von 0—10 und 90—100% auf 3% zu stellen. Das wirkliche Vorhandensein geringerer Unterschiede in einer Gruppe von Beobachtungen lässt sich nicht durch die einzelnen Versuchsergebnisse, sondern nur durch starke Häufung des Beobachtungsmateriales beweisen. In kleineren Versuchsreihen hat man Differenzen von weniger als 5% bezw. 3% vom Mittel somit zu vernachlässigen.

Die empirische Ermittelung dieser Regeln verdanken wir, wie

[1] Erntet man nur von wenigen Früchten die Samen, oder lässt man überhaupt nur einzelne Früchte reifen, so ist die Wahl dieser Samen bereits als eine Probeentnahme aus derjenigen Ernte zu betrachten, welche man nach Reifung aller Früchte gewonnen haben würde. (Vergl. den vorigen Paragraphen.)

erwähnt, NOBBE; die theoretische Begründung wurde von RODEWALD geliefert,[1] und später von HOLLEMAN einer eingehenden Kritik unterzogen, welche im Wesentlichen zu einer Bestätigung der vom genannten Forscher erhaltenen Ergebnisse führte.[2] RODEWALD stützt sich auf die GAUSS'sche Formel des Wahrscheinlichkeitsgesetzes und auf die daraus von JORDAN, HAGEN und Anderen abgeleiteten Tabellen.[3] HOLLEMAN stützt sich auf umfangreiche, besonders für diesen Zweck durch Prof. J. C. KAPTEYN in Groningen angestellte Berechnungen.

Indem ich für die Berechnungen auf die unten citirten Werke, und im Allgemeinen auf die Lehrbücher der Wahrscheinlichkeitslehre verweise, beschränke ich mich hier auf die Mittheilung derjenigen Zahlen, welche zu einer richtigen Beurtheilung der Methode und der empirisch gefundenen Werthe erforderlich sind.

Ausgangspunkt für die ganze Ueberlegung bildet der sogenannte wahrscheinliche Fehler, d. h. der Fehler, der von der Hälfte der Beobachtungen nicht erreicht, von der anderen Hälfte aber überschritten wird. Man kann 1 gegen 1 wetten, dass die Abweichung einer Beobachtung vom wirklichen Werthe nicht grösser sei als dieser Fehler. Bei Curvenermittelungen pflegt er als Quartil (Q_1 und Q_2 auf beiden Seiten des Mittels) angegeben zu werden;[1] zwischen den beiden Quartilen liegt die Hälfte der Individuen.

Der mittlere Fehler der Zählung einer Probe ist offenbar um so kleiner, je grösser die Anzahl der gezählten Objecte ist, und zwar nimmt er in dem Verhältnisse ab, wie die Quadratwurzel aus der Zahl der Beobachtungen zunimmt. Oberhalb einer gewissen Grenze bedarf es somit ganz erheblicher Vergrösserungen des Umfanges der einzelnen Prüfung, um die Fehlerquelle um ein Geringes abnehmen zu lassen. Es handelt sich also darum, diese Grenze zu bestimmen, d. h. die Grenze, oberhalb welcher eine Zunahme der Anzahl der gezählten Keimpflanzen ohne wesentliche Bedeutung wird.

---

[1] H. RODEWALD, *Ueber die Fehler der Keimprüfungen.* 1. Abhandl. Landwirthsch. Versuchsstationen. Bd. 36. 1889. S. 105—112; 2. Abhandl. a. a. O. S. 215—227. Die erstere Abhandlung enthält die Theorie, die zweite die Anwendung auf die Beurtheilung von Klee- und Grassamen. Derselbe, *Ueber die Fehler der Reinheitsbestimmungen von Kleesamen, sowie über die Fortpflanzung der Fehler in der Gebrauchswerthrechnung;* a. a. O. Bd. 37. 1890. S. 98—105.

[2] F. A. HOLLEMAN, *Bepaling der Kiemkracht en Kansrekening.* Landbouwkundig Tijdschrift. Bd. II, 1894. S. 293 - 303; vergl. namentlich S. 298.

[3] W. JORDAN, *Handbuch der Vermessungskunde.* Bd. I. Ausgleichungsrechnung. Stuttgart 1888. G. HAGEN, *Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung.* Berlin 1867.

[4] Vergl. den ersten Band S. 379 fg.

Rodewald giebt hierüber die folgende Tabelle.[1] Die „wahrscheinlichen Fehler“ sind berechnet für Zählungen von 100, 200, 300 u. s. w. Keimen, und für einen Gehalt der Probe an 5, 10, 20 % u. s. w. an abweichenden Exemplaren. Wir nennen diese die Aberranten, seien sie nun tricotyl, syncotyl oder Mutanten, oder bei Kreuzungen die eine der beiden ursprünglich verbundenen Formen u. s. w.

Tabelle der zufälligen wahrscheinlichen Fehler bei Keimprüfungen.

Aberranten in Procent	Wahrscheinliche Fehler					
	Keime					
	100	200	300	400	500	900
5	1.48	1.04	0.85	0.74	0.66	0.49
10	2.03	1.44	1.17	1.02	0.91	0.68
20	2.71	1.92	1.56	1.36	1.21	0.90
30	3.11	2.20	1.79	1.55	1.39	1.04
40	3.32	2.34	1.92	1.66	1.49	1.11
50	3.39	2.40	1.96	1.69	1.52	1.13
60	3.32	2.34	1.92	1.66	1.49	1.11
70	3.11	2.20	1.79	1.55	1.39	1.04
80	2.71	1.92	1.56	1.36	1.21	0.90
90	2.03	1.44	1.17	1.02	0.91	0.68
95	1.48	1.04	0.85	0.74	0.66	0.49
100	—	—	—	—	—	—

Die obere Hälfte der Tabelle enthält dieselben Zahlen wie die untere, da es ja offenbar auf die Rechnung keinen Einfluss hat, ob man den einen oder den anderen Bestandtheil einer Mischung als Aberranten betrachtet. So kann man z. B. bei Halbrassen die Tricotylen, bei den durch Selection verbesserten Mittelrassen (Hochzuchten) die Dicotylen als Aberranten auffassen. Man hätte also mit der halben Tabelle ausreichen können, doch dürfte in der Anwendung die vollständige Form bequemer sein.

In der Tabelle sieht man, dass die wahrscheinlichen Fehler am geringsten sind, wenn man Proben von fast völliger Reinheit, also in der Nähe von 100 % und 0 % untersucht, und dass sie um so grösser werden, je mehr man sich dem mittleren Werthe von 50 % nähert. Ferner ergiebt sich, dass die Fehler durch Erhöhung der Anzahl der

[1] Rodewald, *Landw. Vers.* Bd. 36. S. 110.

gezählten Keimlinge von 100 auf 300 wesentlich geringer werden, dass sie aber von 300—400 Keimen aufwärts nur noch unverhältnissmässig wenig abnehmen. Es ist somit nicht zweckmässig, diese Grenze bei den Prüfungen zu überschreiten. Einerseits weil man weit besser thut, zwei Versuche für verschiedene Mutterpflanzen mit je 300 - 400 Keimlingen, als eine Beurtheilung einer einzigen Mutterpflanze mittelst 800 Keimlingen vorzunehmen. Andererseits aber, weil bei so hohen Zahlen subjective Fehler (Ermüdung, Irrthümer, und daher Verzählen u. s. w.) eintreten können, welche mehr schaden würden, als die an sich geringe Erhöhung der Genauigkeit nützen könnte. Die Erfahrungen der Samenprüfungsstationen sowie meine eigenen, im nächsten Paragraphen zu beschreibenden Control-Versuche stimmen mit diesem Ergebniss durchaus überein.

Bei der Beurtheilung von Erbziffern ist es also nach Obigem möglich, die Genauigkeit der einzelnen erhaltenen Werthzahlen zu bestimmen. Man hat nur die entsprechende Fehlergrösse in der Tabelle aufzusuchen und sie zu dem gefundenen Werthe zu addiren und von diesem zu subtrahiren, um die Grenzen zu finden, innerhalb welcher für die Hälfte der Fälle der gesuchte Werth mit Sicherheit liegt.

Handelt es sich aber nicht darum, eine einzelne Zahl, sondern eine Gruppe von Zahlen zu beurtheilen, so hat man in einer etwas anderen Weise vorzugehen. Unsere Gruppen umfassen oft etwa 20—30 Samenträger, bisweilen mehr, selten aber mehr als 50. Es fragt sich dann nicht, was jede einzelne Zahl bedeutet, sondern was aus der ganzen Gruppe gefolgert werden kann. Zu diesem Zweck ist es wichtig, zu wissen, wie gross die Fehler in der Gruppe im Allgemeinen sind. Man drückt dieses so aus, dass man fragt, wie gross der Fehler ist, der in der betreffenden Gruppe nur einmal erreicht oder überschritten wird.

Die Wahrscheinlichkeitslehre antwortet, dass diese Abweichung aus dem wahrscheinlichen Fehler in einer bestimmten einfachen Weise abgeleitet werden kann. Nennt man den wahrscheinlichen Fehler r so kommt[1] ein Fehler vor:

grösser	als	r	einmal	unter	je	2	Fällen
„	„	$2r$	„	„	„	4,6	„
„	„	$3r$	„	„	„	22	„
„	„	$4r$	„	„	„	142	„

[1] Rodewald a. a. O. S. 108.

Für Gruppen von meist etwa 20—30, selten 50 erreichenden Erbzahlen werden wir also im Allgemeinen annehmen, dass in jeder Gruppe ein Fehler von $3r$ nur einmal erreicht oder überschritten wird. Für diesen speziellen Fall sind die Zahlen der obigen Tabelle also mit 3 zu multipliziren, und theils wegen der wechselnden Grösse der Beobachtungsreihen, theils zum Zweck des bequemeren Gebrauches abzurunden. Wir erhalten dann die folgende

Tabelle der Latitüden in den üblichen Gruppen von Erbzahlen.

Aberranten in Procent	Latitüde in Procenten bei einer Anzahl Keime von			
	100	200	300	400
5	4.5	3	2.5	2
10	6	4.5	3.5	3
20	8	6	4.5	4
30	9	6.5	5.5	4.5
40	10	7	6	5
50	10	7	6	5
60	10	7	6	5
70	9	6.5	5.5	4.5
80	8	6	4.5	4
90	6	4.5	3.5	3
95	4.5	3	2.5	2

Diese Tabelle ist somit der Beurtheilung jeder einzelnen Gruppe von Beobachtungen zu Grunde zu legen. Sind in einer gegebenen Gruppe die Abweichungen vom Mittel geringer, als diese Tabelle angiebt, liegen sie also alle innerhalb der praktisch erlaubten Latitüde dieses Mittels, so liefert die Gruppe nicht den Beweis für das wirkliche Vorhandensein individueller Unterschiede. Die Beobachtungen lassen es dann unentschieden, ob solche vorhanden sind oder nicht. Man kann dieses auch so ausdrücken: Wenn ich die Ernten aller einzelnen Samenträger gemischt hätte, und aus der Mischung ebenso viele Proben genommen hätte, wie es Samenträger gab, so würden die Keimprüfungen dieser Proben Resultate gegeben haben, welche in derselben Weise vom Mittel abwichen, wie die thatsächlich gefundenen. Denn innerhalb der erlaubten Latitüde hängen die einzelnen Beobachtungen nur vom Zufall ab.

Nur wenn zwei oder mehrere extreme Zahlen einer Gruppe ausserhalb der fraglichen Grenzen liegen, darf diese als ein experimenteller

Beweis für die Existenz solcher Abweichungen betrachtet werden. Dabei muss aber vorausgesetzt werden, dass auch andere Fehlerquellen, wie die im vorigen Paragraphen besprochenen, ausgeschlossen sind.

Glücklicherweise ist der Nachweis individueller Differenzen nur selten der Hauptzweck der Beobachtungen. Dieser liegt vielmehr einerseits in der Ermittelung des Mittelwerthes der ganzen Gruppe, andererseits, und namentlich beim Zählen von Tricotylen und anderen Keimvariationen, in der Ermöglichung einer Wahl der extremen Varianten für die Auslese, d. h. für die Fortsetzung der Cultur in der nächsten Generation.

Der Mittelwerth der ganzen Gruppe wird von den gegebenen Erörterungen nicht oder kaum berührt. Er wird offenbar um so genauer und um so sicherer sein, je grösser die Zahl der Einzelbeobachtungen, d. h. der gefundenen Erbzahlen ist, und je dichter diese zusammengehäuft sind. Mehr als 20—30 Erbzahlen sind nur selten erforderlich, um die Mittelzahl so genau kennen zu lernen, als es die Versuche erfordern.

Die Wahl extremer Varianten ist theoretisch offenbar nur dann möglich, wenn die Beobachtungen die angegebene Latitüde überschreiten. Aber gerade unter den extremen Erbzahlen wird es, wenigstens zum Theil, solche geben, welche ihren hohen Werth theilweise dem Zufall verdanken. Denn es leuchtet ein, dass diejenigen extremen Varianten, deren Keimprüfung in der centralen Richtung von ihrem wirklichen Werthe abwich, Zahlen ergeben werden, welche nach dem Mittel der ganzen Gruppe zurückschlagen, während nur durch die Combination einer wirklich vorhandenen und einer vom Zufall in dem gleichen Sinne bewirkten Abweichung die extremen Zahlen entstehen können. Wird also die erlaubte Latitüde durch einige Zahlen überschritten, so ist es wohl gewiss, dass die betreffenden Mütter besser sind als das Mittel, ob sie aber auch wirklich die allerbesten sind, lehrt der Versuch nicht. Eine oder die andere kann dem Zufall den Schein eines hohen Werthes verdanken. Man muss daher, um sicher zu gehen, zur Fortsetzung des Versuches, wo möglich die Nachkommen von zwei oder drei Müttern weiter cultiviren und zwar derart, dass die betreffenden Gruppen getrennt bleiben, und dass später nicht die Erben mit der höchsten Erbzahl, sondern nur die besten Kinder von der besten Mutter ausgelesen werden (Grossmutterwahl).

Dieses Princip lässt sich nun auch auf die Gruppen mit zu kleinen Unterschieden in den gefundenen Erbzahlen anwenden. Denn wenn auch die Zahlen ganz vom Zufall beherrscht sein können, so

müssen sie doch auch von den individuellen Unterschieden beeinflusst werden, falls solche vorhanden sind. Und die Erfahrung lehrt, dass nur bei ganz geringen Abweichungen vom Mittel eine Auslese völlig illusorisch ist; in weitaus den meisten Fällen giebt sie bei genügender Umsicht dennoch das gewünschte Resultat, d. h. eine Verbesserung der Rasse.

In der Praxis der Samenprüfungsanstalten ist es üblich, für jede Probe stets zwei Einzelprüfungen zu machen. Weichen diese nicht erheblich von einander ab, so ist ihr Mittel der gesuchte Werth, anderenfalls sind die Zählungen an neuen Proben zu wiederholen. Bei der Ermittelung der Erbzahlen von tricotylen und ähnlichen Rassen lässt sich diese Regel nicht befolgen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil der Experimentator seinen Zählungen so viele Zeit widmet als zu der fraglichen Jahreszeit überhaupt zur Verfügung steht. Sind die Zählungen somit stets doppelt zu machen, so würde solches heissen, dass nur die halbe Anzahl der Erbziffern ermittelt werden könnte. Das mag in einzelnen Fällen zweckmässig sein. In der Regel aber ist nicht die Genauigkeit der einzelnen Zahl, sondern diejenige des Mittels der ganzen Gruppe der Hauptzweck, und dieser 'wird besser durch eine Vergrösserung des Versuchsumfanges, also durch Auszählen der Keimlinge aus den Ernten von mehr Müttern, als durch grössere Genauigkeit der einzelnen Zahlen erreicht. Nur für die extremen Varianten dürfte die Doppel-Methode von Bedeutung sein, theils um ihre Existenz und die Grösse ihrer Abweichung genau sicher zu stellen, theils um die Auslese so scharf wie möglich zu machen.

Hier stösst man bei der Ausführung der Versuche auf eine andere Schwierigkeit. Zwischen dem Tage der Aussaat und demjenigen des Auszählens verlaufen unter günstigen Bedingungen meist drei bis vier Wochen, und um einen ganzen Monat darf man die Aussaat weder verfrühen noch verspäten, will man nicht ganz anderen Factoren auf die Cultur Einfluss einräumen. Eine zum Zweck des Auszählens und des Auspflanzens vorgenommene Saat kann man also nur in seltenen Fällen in demselben Jahre mit demselben Zweck wiederholen. Ich habe nun sehr häufig bei tricotylen und syncotylen Culturen den folgenden Weg eingeschlagen. Ich trennte die Aussaaten für das Zählen von denjenigen, welche für das Auspflanzen bestimmt waren, und machte die ersteren vorher, also im Winter. Bei manchen Arten gelingt dieses leicht, bei anderen sind die Gefahren der Erkrankung wegen der schwachen Beleuchtung zu gross. Namentlich von *Oenothera* gelingen Aussaaten im December im Warmhaus oft nicht. Gelingt die Cultur, so kann man für die

zweite Aussaat eine Wahl machen, und nur die Einzelernten mit den höchsten Erbzahlen auswählen. Es liegt dann auf der Hand, in der neuen Aussaat die Erbzahlen nochmals zu bestimmen, um so mehr, als die normalen Keime ohnehin von den Aberranten getrennt werden müssen. Man wählt dann unter den ausgesäten selbstverständlich nur diejenigen, deren zweite Prüfung das Ergebnis der ersteren bestätigt.

Diese Methode ist leider vielen Einschränkungen unterworfen. Erstens fordert die Keimung im Winter grössere Samenquanta als im Frühling und gar oft ist überhaupt eine Doppelprüfung wegen der geringen Ernte einfach unmöglich. Zweitens ist die Methode thatsächlich auf diejenigen Fälle beschränkt, in denen das fragliche Merkmal in den Cotylen zur Schau tritt, denn weiter bringen es die Winterkeimlinge gewöhnlich nicht, oder doch nicht zur rechten Zeit. Liegen die Merkmale in den Rosetten von Wurzelblättern oder gar in den Blüthen, so ist überhaupt die Methode der Doppelprüfung fast stets eine viel zu umständliche.

In solchen Fällen ist es die Hauptsache, einen Unterschied zu machen zwischen Versuchen, welche eine Antwort auf neue Fragen geben sollen, und solchen, welche ein bereits gefundenes Ergebniss für neue Fälle zu bestätigen haben. Dass die Ansprüche an die letzteren ganz andere und viel höhere sein können, liegt auf der Hand, und aus diesem Grunde scheint mir eine Wiederholung und Ausdehnung der in diesem Buche beschriebenen Versuche stets von hoher Wichtigkeit zu sein.

§ 4. Empirische Ermittelung der Fehlergrenze.

Die im vorigen Paragraphen erörterte Latitüde in der Beurtheilung der Versuchsergebnisse beruht in der Praxis auf den empirischen Ermittelungen von Nobbe und seinen Nachfolgern. Die erforderlichen Vorschriften sind um mehr als zehn Jahre älter als ihre theoretische Berechnung durch Rodewald.

Im Anfange meiner Zuchten von tricotylen und syncotylen Rassen empfand ich selbstverständlich bald das Bedürfniss, zu wissen, wie viele Keimlinge ich für jede einzelne Erbzahl zählen müsste, und welche Unterschiede zwischen den gefundenen Erbzahlen eine wirkliche Bedeutung für die beabsichtigte Auslese und Verbesserung meiner Rassen hätten. Aus diesem Grunde habe ich einige Reihen von Versuchen angestellt mit Rassen, welche ausreichende Ernten gaben, um für jede Mutter 1000 und mehr Keimlinge auszuzählen.

Es waren die tricotylen Halbrassen von *Amarantus speciosus* und von *Oenothera Lamarckiana* und *O. rubrinervis*. Die betreffenden Versuche wurden in den Jahren 1892—1894 gemacht,[1] sie führten zu ganz übereinstimmenden Ergebnissen. Es scheint mir deshalb ausreichend, nur eine Reihe ausführlich zu beschreiben. Und solches um so mehr, als meine Versuche jetzt nur eine Bestätigung der Resultate Nobbe's und Rodewald's darstellen, bezw. die Berechtigung von deren Anwendung auf die Ermittelung und Verwerthung von Erbzahlen darthun.

Bevor ich zu der Beschreibung dieses Versuches übergehe, möchte ich noch ein wichtiges Ergebniss aus Rodewald's Untersuchungen hervorheben. Dieser Forscher hat die Resultate seiner theoretischen Ermittelungen mit den empirischen Befunden in mehreren tausend Keimzählungen verglichen. Er findet dabei, dass die Fehler der Prüfungen selbst so ziemlich gleich Null sind, und dass demnach die Wahrscheinlichkeitsfunktion die Grenzen der Genauigkeit allein bestimmt.[2] Diesen Ausspruch glaube ich auch für meine Keimzählungen als richtig betrachten zu dürfen, und ich werde auch dafür im Folgenden einige Zahlenbelege geben. Die Gefahr des Verzählens ist beim Auszählen von Tricotylen nur gering, namentlich wenn man nicht über 300 Keimlinge für einen Versuch nimmt. Sonst würde Ermüdung eintreten, und diese ist bekanntlich die grösste Gefahr bei genauen Ermittelungen. Eine schwer zu umgehende Gefahr bleibt aber immer die Beurtheilung der Grenze, denn nicht jede geringe Ausbuchtung am Gipfel eines Cotyls bedeutet eine Spaltung und somit einen Hemitricotylen. Aber glücklicher Weise sind diese Uebergangsstufen verhältnissmässig sehr selten.

Mit *Amarantus speciosus* habe ich untersucht, wie viele Keimlinge für jede einzelne Mutterpflanze am besten auszuzählen sind. Ich habe dazu von sieben Müttern je eine Samenprobe in einer Keimschüssel ausgesät und, als die Cotylen völlig entfaltet waren, je 8 Gruppen von 100 Keimlingen gezählt und das Resultat aufgeschrieben. Die Mütter hatten im Sommer 1893 geblüht und waren zum Theil selbst tricotyl gewesen (Nr. 1—5), zum Theil aber tetracotyl (Nr. 6 und 7). Bei Nr. 7 wurden die beiden ersten Gruppen von 100 nicht getrennt, und gab es nur etwas über 600 Keimlinge; bei Nr. 4 gab es deren nur 700.

---

[1] Die Publicationen von Nobbe und Rodewald habe ich erst 1895 durch die Veröffentlichung Holleman's (1894) kennen gelernt.

[2] *Landw. Versuchsstationen.* Bd. 36. S. 217.

Die Tabelle enthält die Summen der Tricotylen und Hemitricotylen für jedes Hundert; die Zahlen sind somit zu gleicher Zeit Procentzahlen.

Amarantus speciosus.

Tricotylen in Procent auf je 100 Keimpflanzen.

Mutter	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Extreme	Mittel	Differenz
Nr. 1	2	6	5	7	5	3	5	7	2—7	5	2—3
„ 2	5	5	9	2	6	4	3	3	2—9	4·5	2·5—4·5
„ 3	4	7	9	5	4	4	3	5	3—9	5	2—4
„ 4	7	3	13	8	7	2	10	—	2—13	6·5	4·5—6·5
„ 5	2	6	4	4	1	2	4	7	1—7	4	3—3
„ 6	8	4	3	10	4	11	3	5	3—11	6	3—5
„ 7	17		7	8	6	11	—	—	6—11	8	2—3

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass beim Abzählen von nur hundert Keimlingen, aus gut gemischten Samenproben, die gefundene Procentzahl zwischen 2—13 schwanken kann, wenn sie im Mittel 6·5 $^0/_0$ ist (Nr. 4). Berechnet man die Abweichungen oberhalb und unterhalb des Mittels, so findet man, wie die letzte Spalte angiebt, dass diese meist etwa 2—4, in vier Fällen aber 4·5—6·5 $^0/_0$ betragen.

Addirt man in der Tabelle je zwei aufeinander folgende Spalten, und dividirt man die Summen durch 2, so erhält man die Procentzahlen, welche gefunden sein würden, falls ich jedesmal Gruppen von 200 Keimlingen gezählt hätte. Man findet dann:

Amarantus speciosus.

Tricotylen in Procent auf je 200 Keimpflanzen.

Mutter	1.—2.	3.—4.	5.—6.	7.—8.	Extreme	Mittel	Differenz
Nr. 1	4	6	4	6	4—6	5	1—1
„ 2	5	5·5	5	3	3—5·5	4·5	1·5—1
„ 3	5·5	7	4	4	4—7	5	1—2
„ 4	5	10·5	4·5	—	4·5—10·5	6·5	2—3·5
„ 5	4	4	1·5	5·5	1·5—5·5	4	2·5—1·5
„ 6	6	6·5	7·5	4	4—7·5	6	2—1·5
„ 7	8·5	7·5	8·5	—	7·5—8·5	8	0·5—0·5

Die Abweichungen vom Mittel betragen jetzt meist nur 1—2 $^0/_0$ und erreichen nur in zwei Fällen 2·5—3·5 $^0/_0$. Nach Rodewald's auf

S. 126 mitgetheilter Tabelle nimmt der wahrscheinliche Fehler bei einem mittleren Gehalte von etwa 5 % Aberranten, für Keimproben von 100 und 200 Exemplaren im Verhältniss von 1·48—1·04 ab. Diese Abnahme ist in unserer Tabelle noch etwas stärker ausgeprägt.

In derselben Weise kann man die Berechnung für Gruppen von je 300 und je 400 Keimlingen ausführen.

Amarantus speciosus.

Tricotylen auf je 300 bezw. 400 Keimpflanzen.

Mutter	Mittel	Hundert		Diff. vom Mittel	Hundert		Diff. vom Mittel
		1.—3.	4.—6.		1.—4.	5.—8.	
Nr. 1	5	4·3	5	0·7—0	5	5	0—0
„ 2	4·5	6·3	4	1·8—0·5	5·2	4	0·7—0·5
„ 3	5	6·7	4·3	1·7—0·7	6·2	4	1·2—1·0
„ 4	6·5	7·7	5·7	1·2—0·8	7·8	—	1·3
„ 5	4	4	2·3	0—1·7	4	3·5	0—0·5
„ 6	6	5	8·3	1—2·3	6·2	5·8	0·2—0·2
„ 7	8	8	8·3	0—0·3	8	—	0

Die Differenzen von dem für alle Keimlinge in jeder Gruppe gefundenen Mittel betragen, mit einer einzigen Ausnahme, für 300 Keimlinge weniger als 2 %, für 400 Keimlinge weniger als 1·5 %.

Ermittelt man aus dieser Tabelle, wie gross die Abweichung vom Mittel ist, welche von der Hälfte der Beobachtungen nicht erreicht, von der anderen aber überschritten wird, und vergleicht man diese Zahlen mit den entsprechenden Werthen aus Rodewald's Tabelle für 5 %, so findet man

Für Keimlinge	100	200	300	400
Abweichung der Hälfte der Beobachtungen	3	1·5	0·7	0·4
Wahrscheinlicher Fehler	1·5	1·0	0·8	0·7

Die in meinem Versuche erhaltenen Abweichungen sind also bei 100—200 Keimlingen etwas zu gross, zeigen aber bei 300—400 Exemplaren eine genügende Uebereinstimmung mit dem allgemeinen Gesetz.

Man kann auch die Anzahl der Fehler jeder Grösse in den einzelnen Beobachtungen mit dem Fehlergesetz vergleichen.[1] Ich

[1] Vergl. die entsprechenden Tabellen für die Keimfähigkeit von Klee und Raigras bei Rodewald, l. c. Bd. 36. S. 222.

habe dazu die in der zweiten Tabelle (für je 200 Keimlinge) erhaltenen Abweichungen vom Mittel aufgeschrieben und nach ihrer Grösse angeordnet. Ich finde dann:

Grösse der Fehler in %	0·5	1	1·5	2	2·5	3
Anzahl dieser Fehler .	10	7	3	4	1	0
Berechnete Anzahl . .	12	8	3	2	0	0

Auch hier ist die Uebereinstimmung eine genügende.

Aus unserer ersteren Tabelle lässt sich schliesslich in directer Weise ableiten, wie viele Keimlinge für eine einzelne Probe zu zählen sind. Man braucht dazu nur den Procentgehalt für die ersten 100, die ersten 200, die ersten 300 Keimlinge u. s. w. zu berechnen. Anfangs werden die Abweichungen vom Mittel gross sein, dann stark abnehmen und bald einen Werth erreichen, welchen sie, bei weiterer Zunahme der gezählten Gruppe, nicht mehr wesentlich ändern werden. Ist dieser Werth erreicht, so ist alles weitere Zählen als überflüssig zu betrachten.

Ich habe diese Rechnung ausgeführt und gebe hier, statt der wirklichen Procente, ihre Abweichungen von dem mit 800 Keimlingen gefundenen, als Mittel zu betrachtenden Werthe.

Amarantus speciosus.

Abweichungen des procentischen Gehaltes an Tricotylen vom Mittel, bei Zählungen von 100—700 Keimpflanzen.

Mutter	Mittel	Keimpflanzen						
		100	200	300	400	500	600	700
Nr. 1	4·8	2·8	0·9	0·7	0	0	0·4	0·3
„ 2	4·4	0·6	0·4	1·5	0·6	0·7	0·6	0·2
„ 3	4·9	0·9	0·3	1·3	1·0	0·6	0·3	0·1
„ 4	6·7	0·3	1·9	0·4	0·5	0·4	0·4	—
„ 5	3·7	1·7	0·2	0·1	0·1	0·4	0·6	0·5
„ 6	5·7	2·3	0	0·9	0·2	0·2	0·5	0·2
„ 7	7·5	—	0·4	0·1	0·1	0·3	—	—
	Mittel:	1·2	0·6	0·7	0·4	0·4	0·5	0·3

Es werden somit die Fehler bedeutend kleiner, wenn man statt 100, 200—300 Keimlinge zählt. Bei Ueberschreitung dieser letzteren Grenze nehmen sie noch etwas ab, schwanken aber bei weiterer Zunahme nur noch unbedeutend um etwa 0·5 % herum. Zählt man mehr als 300—400 Pflänzchen, so nimmt dadurch, wie

man sofort sieht, die Aussicht auf Genauigkeit nicht oder doch nicht wesentlich zu. Das Ergebniss unseres Versuches stimmt somit mit der von NOBBE gegebenen Vorschrift überein.

Wir folgern also:

1. Es ist am zweckmässigsten, von jeder Probe 300 bis 400 Keimlinge zu zählen.

2. Die dabei erreichte Genauigkeit ist diejenige, welche man nach dem allgemeinen Fehlergesetze erwarten darf; die Zählungen selbst führen also keinen wesentlichen Fehler mit sich.

3. Bei weniger umfangreichen Keimzählungen ist die entsprechend grössere Latitüde stets zu berücksichtigen.

Die übrigen von mir in dieser Frage angestellten Versuche führten, wie bereits erwähnt, in derselben Weise zu im Wesentlichen denselben Ergebnissen. Es scheint somit überflüssig, sie hier anzuführen.

Nur möchte ich noch eine Reihe von Doppelzählungen mittheilen, um dadurch die Nothwendigkeit der allgemeinen Vorschrift, bei der Beurtheilung von Erbzahlen eine Latitüde von etwa 5 % in Anwendung zu bringen, noch deutlicher hervorzuheben. Die betreffenden Versuche sind nicht besonders zu diesem Zwecke angestellt, sondern es sind eine Reihe von Fällen, welche ich aus den im vorigen Paragraphen angedeuteten Wiederholungen (vergl. S. 130) zusammengesucht habe. Ich wählte sie theils für verschiedene Arten, theils für verschiedene Werthe der Erbzahlen.

In der folgenden Tabelle sind die beiden Zählungen mit Proben aus der nämlichen möglichst gut gemischten Ernte derselben Mutter gemacht worden, und zwar fast stets in der Weise, dass die eine Probe erst ausgesät wurde, nachdem die Zählung der anderen bereits beendet war. Ich führe von den meisten Rassen mehr als eine Mutter auf; jede Horizontal-Zeile bezieht sich somit auf die Ernte eines besonderen Samenträgers. Der Gehalt ist in Procenten angegeben, die Differenzen sind solche, wie man sie gewöhnlich findet; ich habe nicht etwa Ausnahmefälle ausgesucht oder vermieden, sondern ohne Wahl die Zählungen genommen, welche eine ausreichende Anzahl von Keimlingen umfassten. Die runde Zahl 300 weist an, dass von der ganzen Aussaat nur so viele Exemplare gezählt wurden, sonst wurden alle Keimlinge berücksichtigt. Ich setze in der Tabelle die Zählung, welche die kleinste Erbzahl ergab, als erste voran; selbstverständlich war sie in mehreren Fällen die zuletzt gemachte.

Doppelzählungen der Erbzahlen tricotyler Rassen.

Tricotyle Rassen von	Ernte von	Anzahl der gezählten Keimlinge		Gehalt an Tricotylen in Procent		Diff.
		1. Zähl.:	2. Zähl.:	1. Zähl.:	2. Zähl.:	
Dracocephalum moldavicum	1894	2268	609	0·3	0·5	0·2
	1894	1068	371	0·2	0·6	0·4
Cannabis sativa	1893	726	956	0·3	0·5	0·2
	1894	669	731	8·3	9·2	0·9
Antirrhinum majus . . .	1894	331	671	9·4	10·6	1·2
	1894	536	362	11·9	17·1	5·2
	1894	347	703	13·5	14·6	1·1
	1894	370	374	19	19·8	0·8
	1894	246	413	21·1	27·3	6·2
	1894	398	677	22	23·2	1·2
Mercurialis annua . . .	1894	315	234	17·2	19·7	2·5
Scrophularia nodosa . . .	1898	349	300	19	25	7
	1898	291	300	19	22	3
	1898	425	300	20	23	3
	1898	325	300	23	27	4
	1898	300	229	23	24	1
Silene inflata	1894	104	116	34	36	2
	1894	514	171	40	46	6
	1894	220	151	52	59	7
Helichrysum bracteatum .	1895	187	827	41	44	3
	1896	654	620	49	51	2
Oenothera hirtella	1898	300	310	39	49	10
	1898	300	300	68	74	6

Differenzen, wie die hier gegebenen, müssen also bei allen Ermittelungen von Erbzahlen als möglich und zulässig betrachtet werden.

II. Die typischen Bastardspaltungen.

Tafel II.

§ 5. Die Mendel'schen Bastarde.

In der ganzen Bastardlehre giebt es keine schöneren Beweise für die Existenz elementarer Eigenschaften als die von Mendel bei Erbsen aufgefundenen Spaltungsgesetze.[1] Mendel griff aus den

[1] Gregor Mendel, *Versuche über Pflanzen-Hybriden.* Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. IV. Bd. 1865. S. 1—47.

verschiedenen Differenzpunkten, durch welche einige Dutzend Erbsensorten sich kennzeichneten, sieben heraus, untersuchte ihr Verhalten bei Kreuzungen, und fand, dass sie dabei ganz bestimmten Gesetzen folgen, von einander aber durchaus unabhängig sind.

Diese gegenseitige Unabhängigkeit erkannte er als das Hauptergebniss seiner achtjährigen mühsamen Versuchsreihe, und er versuchte es, auf diesem Grunde eine Erklärung für jene Fälle aufzustellen, welche sich nicht in einfacher Weise an diese anschlossen. Ausgangspunkt seiner Erklärung bildeten weitere Studien an den Blüthenfarben der Zierpflanzen, und er gelangte zu dem Satze, dass diese sich voraussichtlich seinen Gesetzen anschliessen würden, wenn es gelingen sollte, ihre Entstehung durch Combinirung mehrerer selbstständiger Farbenmerkmale nachzuweisen.[1]

Die Zusammensetzung des Artbildes aus selbstständigen Faktoren hatte damals nur sehr vereinzelte Anhänger, und ebenso wie Darwin's Pangenesis zur Zeit ihrer Veröffentlichung keine richtige Würdigung finden konnte, gelang es auch Mendel nicht, die principielle Bedeutung seiner Entdeckung zur Anerkennung zu bringen. Noch im Jahre 1881 sagte Focke in seinen „*Pflanzenmischlingen*" darüber weiter nichts als die wenigen Worte: „Mendel's zahlreiche Kreuzungen ergaben Resultate, die den Knight'schen ganz ähnlich waren, doch glaubte Mendel constante Zahlenverhältnisse zwischen den Typen der Mischlinge zu finden."[2]

Dieser uns jetzt unbegreifliche Zustand dauerte etwa ein drittel Jahrhundert. Bis auf meine ersten vorläufigen Mittheilungen über diesen Gegenstand blieb Mendel's wichtige Arbeit in der botanischen Literatur so gut wie unberücksichtigt.[3] Um so voller und lebhafter ist das Interesse, das den Mendel'schen Studien augenblicklich entgegengebracht wird. Erich Tschermak hat eine neue Ausgabe seiner Abhandlungen in der bekannten Reihe von *Ostwald's Klassikern der exakten Wissenschaften* besorgt, und dadurch das Werk einem Jeden zugänglich gemacht.[4] Göbel hat die Arbeit im Ergänzungsband

---

[1] Vergl. § 4 dieses Abschnittes.

[2] W. O. Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* 1881. S. 110.

[3] *Sur la loi de disjonction des hybrides.* Comptes rendus, 26 Mars 1900, und *Das Spaltungsgesetz der Bastarde.* Berichte d. d. bot. Gesellsch. 1900. Bd. XVIII. S. 83.

[4] E. Tschermak, *Mendel's Versuche über Pflanzenhybriden.* Zwei Abhandlungen (1865 und 1869), *Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften.* Nr. 121. Dieses Bändchen enthält auch die zweite Arbeit Mendel's „*Ueber einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieraciumbastarde*".

zu der Flora von 1901 abdrucken lassen,[1] und BATESON hat im Jahrbuch der englischen Gartenbau-Gesellschaft dieselbe Arbeit durch eine englische Uebersetzung noch in weiteren Kreisen verbreitet.[2]

CORRENS und TSCHERMAK haben durch umfangreiche Untersuchungen zu dieser allgemeinen Anerkennung sehr wesentlich beigetragen, indem sie MENDEL's Versuche mit demselben Objecte — Erbsen — in ausgedehnter Weise wiederholten, und ihre Studien auch über andere Merkmale der Erbsen, sowie über andere Arten ausdehnten.[3] Namentlich hat CORRENS für eine Reihe von Bastardirungen an Maisrassen, welche MENDEL's Versuche an Umfang übertreffen, gelehrt, dass auch hier in zahlreichen Kreuzungen dieselben Gesetze Anwendung finden.[4] Schliesslich ist zu erwähnen, dass WELDON neuerdings die Zahlenergebnisse MENDEL's einer eingehenden Prüfung unterworfen und ihre überaus grosse Genauigkeit ausführlich nachgewiesen hat.[5]

Wie bereits bemerkt, hat MENDEL seine sieben Merkmale aus

---

[1] *Flora*, herausgegeben von K. GÖBEL. Ergänzungsband. 1901. S. 364—403.

[2] G. MENDEL, *Experiments in hybridisation.* Journ. Roy. Hort. Soc. Vol. XXVI. 1901. Parts 1 and 2. Im vorhergehenden Bande dieses Journals befindet sich auch eine Uebersetzung meiner vorläufigen Mittheilungen in den Berichten d. d. bot. Ges. unter dem Titel *The law of separation of characters in crosses, and on crosses with dissimilar heredity.* Vol. XXV. 1901. Part 3. Vergl. ferner die Note auf S. 111.

[3] C. CORRENS, *G. MENDEL's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde.* Ber. d. d. bot. Ges. 1900. Bd. XVIII. S. 158.

Ders., *G. MENDEL's Versuche über Pflanzen-Hybriden.* Botan. Zeitung. Bd. 58. 1900. Sp. 229. Vergl. Sp. 235.

Ders., *Ueber Levkoyenbastarde.* Zur Kenntniss der Grenzen der MENDEL'schen Regeln. Bot. Centralbl. Bd. 84. 1900. S. 97.

Ders., *Ueber Bastarde zwischen Rassen von Zea Mays.* Ber. d. d. bot. Ges. 1901. Bd. XIX. S. 211.

E. TSCHERMAK, *Ueber künstliche Kreuzung bei Pisum sativum.* Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich. 5. Heft, 1900 und Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. 1900. Heft 6.

Ders., *Weitere Beiträge über Verschiedenwerthigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen.* Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich. 6. Heft, 1901 und Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XIX. 1901. Heft 2.

Ders., *Ueber Correlation zwischen vegetativen und sexualen Merkmalen an Erbsenmischlingen.* Ber. d. d. bot. Ges. 1902. XX. Heft I, S. 17. Vergl. auch S. 7.

[4] C. CORRENS, *Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien.* Bibliotheca botanica. Heft 53. 1901.

[5] W. F. R. WELDON, *MENDEL's laws of alternative inheritance in peas.* Biometrika 1902. Vol. I, No. 2.

einer viel grösseren Reihe für seinen Zweck herausgewählt. Die meisten übrigen liessen eine scharfe und sichere Trennung nicht zu, indem der Unterschied auf einem oft schwierig zu bestimmenden „Mehr oder Weniger“ beruhte. Solche erachtete er für die Versuche nicht verwendbar, und der Erfolg musste zeigen, ob aus den klaren und scharf bestimmbaren sich ein Urtheil über die anderen würde ableiten lassen (Mendel S. 7).[1]

Dass nicht alle Merkmale sich in den Nachkommen der Bastarde spalten, war Mendel, der Gärtner's Schrift genau studirt hatte, wohl bekannt, und er führt namentlich die constanten Bastardrassen seines berühmten Vorgängers als Belege an (M. S. 40). Auch auf Wichura's constante Weidenbastarde legte er besonderes Gewicht, „weil constante Hybriden die Bedeutung von Arten erlangen“. Bei den Erbsen scheint aber Mendel wenigstens anfangs die Hoffnung gehegt zu haben, dass die seinen Gesetzen nicht folgenden Eigenschaften nur scheinbar abwichen, und dass es vielleicht später gelingen würde, sie nach Art der Blüthenfarben in Faktoren zu zerlegen, welche dann dem Gesetze sich fügen würden (M. S. 42). Merkwürdiger Weise hat er später, als er bei *Hieracium* aus eigener Erfahrung andere Verhältnisse kennen gelernt hatte, diesen Punkt nicht wieder berührt.

Mendel musste also die Frage unbeantwortet lassen, welche Eigenschaften bei Kreuzungen seinen Gesetzen folgen und welche dies nicht thun. Die Darstellung der Bastardlehre, welche wir im ersten Abschnitt in kurzen Umrissen gegeben haben, zeigt, wie fast überall spaltungsfähige Charaktere neben sich constant erhaltenden vorkommen, und wie schwierig es ist, zwischen diesen beiden Hauptgruppen die richtige Grenze aufzufinden. Die neueren Studien haben nach Mendel's Vorgang sich mehr mit den einzelnen Merkmalen, und weniger mit dem Gesammtbilde der Bastarde gegenüber demjenigen der Stammeltern beschäftigt. Doch haben auch sie, neben zahlreichen Fällen, in denen die für die Erbsen gefundenen Regeln gelten, wenigstens ebenso zahlreiche andere an's Licht gebracht, welche sich offenbar ganz anders verhalten.[2] Die Untersuchungen von allen Forschern, namentlich aber diejenigen von Correns und Tschermak stimmen in diesem wichtigen Punkte mit den meinigen überein.[3]

---

[1] Ich citire im Folgenden Mendel's Sätze nach Tschermak's Ausgabe, obgleich ich selbst die Arbeit in den Brünner Verhandlungen studirt habe.

[2] *Ueber erbungleiche Kreuzungen.* Ber. d. d. bot. Ges. 1900. Bd. XVIII. S. 435.

[3] Vergl. namentlich die Uebersicht über die beiden Gruppen von Merkmalen beim Mais bei Correns, *Bibl. bot.* S. 143—145. Ebenso Weldon a. a. O. S. 236 und Tschermak, *Bericht* 1901. S. 37.

Den Mendel'schen Spaltungsregeln folgen im Allgemeinen nur phylogenetisch jüngere Eigenschaften, sogenannte Rassenmerkmale; von diesen aber wiederum nur ein Theil. Welcher Theil, weiss man aber auch jetzt noch nicht; jede bis dahin aufgestellte Regel erleidet so wichtige Ausnahmen, dass es einleuchtend ist, dass der wirkliche Grund des Unterschiedes noch nicht aufgedeckt wurde. Aus diesem Grunde werde ich an dieser Stelle einfach die sich nach dem Mendel'schen Gesetze spaltenden Hybriden Mendel'sche Bastarde nennen; welches innere Band sie sonst vereinigt, wird erst am Schlusse dieses Abschnittes zu untersuchen sein.[1]

Bei diesen Mendel'schen Bastarden ist selbstverständlich, wie überall in der Bastardlehre (vergl. den ersten Abschnitt), scharf zu unterscheiden zwischen den unmittelbar aus der Kreuzung hervorgehenden Individuen einerseits und ihren Nachkommen andererseits. Jene zeigen nur die Eigenschaften, welche in ihnen activ sind, diese aber lehren dazu, was in ihren Eltern latent war. Bei den Mendel'schen Merkmalspaaren nun ist stets in den Bastarden die unsichtbare Eigenschaft latent; sie kehrt stets in einer gewissen Anzahl der Nachkommen wieder, indem sie in diesen wiederum activ wird. Solche in dieser Weise vorübergehend latent werdende Eigenschaften nennt Mendel recessive. Sie treten ja nur zeitweise zurück (Mendel, S. 10). Die andere Eigenschaft jedes Paares nennt er dominirend, beide zusammen sind einander entgegengestellt oder antagonistisch.

Es ist eine sehr wichtige Frage, ob die Dominanz und die Recession als absolut oder nur als relativ aufzufassen sind. Mendel betrachtet sie als vollständig oder doch als nahezu so. „Jedes von den sieben Hybridenmerkmalen," sagt er, „gleicht dem einen der beiden Stammmerkmale entweder so vollkommen, dass das andere der Beobachtung entschwindet, oder ist demselben so ähnlich, dass eine sichere Unterscheidung nicht stattfinden kann" (Mendel, S. 10). Wo dies nicht der Fall war, meinte Mendel, dass die Unterscheidung der Formen nicht mit jener Sicherheit erfolgen konnte, welche für correcte Versuche erforderlich war, so z. B. bei der Länge der Blüthenstiele, welche aber doch nach einigen nebenbei angestellten Bastardirungen sich seinem Gesetze fügte.

---

[1] Dass Mendel wusste, dass seine Regeln nicht auf alle Fälle anwendbar sind, und dass er selbst bei *Hieracium* Bastarde fand, welche schon in erster Generation einander ungleich sind, kann wohl selbstverständlich kein Grund sein, seine Hauptentdeckung nicht in der im Text vorgeschlagenen Weise mit seinem Namen zu verbinden.

Bei der Ausdehnung von MENDEL's Versuchen über zahlreiche andere Pflanzen und Eigenschaften habe ich diese Einschränkung der Natur der Sache nach fallen lassen müssen. Oft reicht es ja aus, zu entscheiden, ob bei einer Kreuzung das Gesetz gilt oder nicht, und dazu ist offenbar eine geringere Genauigkeit erforderlich, als zur Ermittelung des Gesetzes selbst.[1] Die Fälle mit absoluter Dominanz gehen so allmählich in diejenigen mit theilweisem oder bisweilen sogar geringem Vorherrschen über, dass es hier eine Grenze nicht giebt. Es gilt ja hier der im ersten Abschnitt mehrfach betonte Satz NÄGELI's, dem die besten Forscher sich wohl stets angeschlossen haben, dass Schätzungen von Merkmalen nur selten mehr als einen persönlichen Werth haben. Ich betrachte somit das Dominiren nicht als das ausschliessliche Vorkommen des einen Merkmales, sondern im Anschluss an die eigentliche Bedeutung des Wortes selbst nur als ein Vorherrschen,[2] und dieses Letztere auch nur in Bezug auf die sichtbaren Merkmale, denn in Bezug auf die inneren Eigenschaften lehrt uns ja das Spaltungsgesetz selbst deren völlige Gleichwerthigkeit bei der Erzeugung der Sexualzellen kennen. In den meisten Fällen ist das Vorherrschen des einen Merkmales aber so stark, dass es nicht gelingt, z. B. in der zweiten Bastardgeneration, die Bastarde von den Individuen, in denen das dominirende Merkmal wieder ausschliesslich vorhanden ist, zahlenmässig zu trennen, ja eigentlich ist selbst eine globale Trennung bis jetzt nur in ganz besonderen Fällen gelungen (vergl. Tafel II, *Hyoscyamus*).

Die Nachkommen der Bastarde lehren uns, dass die recessive und die dominirende Eigenschaft desselben Paares im Innern trotz dieses äusseren Unterschiedes völlig gleichwerthig sind. Bei den Spaltungen überwiegt das Dominirende das Recessive nicht mehr. Die MENDEL'schen Spaltungen kann man deshalb auch als erbgleiche bezeichnen.[3]

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so finden wir, dass gewisse Eigenschaften in den Nachkommen der Bastarde sich nach

[1] CORRENS hat für Erbsen und Mais, und ich selbst habe für *Papaver* das Spaltungsgesetz anfangs ermittelt, ohne die MENDEL'schen Funde zu kennen.

[2] Ebenso CORRENS. Vergl. die Note 3 auf S. 22.

[3] *Ueber erbungleiche Kreuzungen.* Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. S. 435. Von CORRENS, TSCHERMAK und Anderen ist unsere Sprache mit einer langen Reihe technischer Bezeichnungen bereichert worden, deren Werth ich gerne anerkenne, obgleich ich mich im Texte dieses Buches selbstverständlich einer möglichst einfachen Ausdrucksweise bedienen werde.

sehr einfachen Gesetzen spalten. Sie bilden in dieser Hinsicht eine sehr typische Gruppe, deren Glieder in fast allen Einzelheiten, trotz der grössten morphologischen Verschiedenheit der Pflanzen und der Merkmale, sich genau in derselben Weise verhalten. Die einzelnen Eigenschaften verhalten sich dabei in weitaus den meisten Fällen unabhängig von einander und bezeugen dadurch ihre Natur als selbstständige Einheiten.

§ 6. Die erste Generation der MENDEL'schen Monohybriden.

Die MENDEL'schen Bastarde sind erst durch das Verhalten ihrer Nachkommen gekennzeichnet, und es würde sich vielleicht empfehlen, zuerst die Nachkommenschaft und am Schlusse die Eigenschaften der Bastarde selbst zu behandeln. Auf der anderen Seite wiederholt stets ein grosser Theil der Nachkommen die Erscheinungen der ersten Bastardgeneration, und setzt ihre Besprechung somit die Kenntniss dieser voraus.

Die aus den unmittelbar durch Kreuzung erhaltenen Samen emporwachsenden Individuen bilden die erste Bastardgeneration.[1] Diese Generation ist einförmig, die einzelnen Glieder weichen nicht mehr von einander ab als bei reinen Arten. Die Einförmigkeit betrifft nicht nur ihre sichtbaren Merkmale, sondern auch ihr Verhalten bei der Fortpflanzung, indem es ganz gleichgültig ist, von welchem Individuum man die Nachkommen untersucht.

In ihrer äusseren Gestalt zeigen die Hybriden der ersten Generation in Bezug auf jede Eigenschaft eine auffallende Uebereinstimmung mit einem ihrer Eltern, indem die betreffenden Merkmale ganz oder fast unverändert in die Hybridenverbindung übergehen (MENDEL, S. 10). Wir haben im vorigen Paragraphen gesehen, dass MENDEL solche vorherrschende Merkmale dominirend nennt; sie entsprechen durchaus den prädominirenden, präpotenten oder prävalenten Merkmalen anderer Forscher.

Im Anschluss an die oben (Abschnitt II, § 1 S. 111) erörterten Principien der elementaren Bastardlehre behandle ich zuerst jene Bastarde, deren Eltern nur in einem einzigen Paare von Merkmalen

---

[1] In der älteren Sprache nannte man dagegen nur die Nachkommen der Bastarde ihre Generationen, und es bildeten somit die Kinder der Bastarde die erste Generation u. s. w. (GÄRTNER, MENDEL u. A.).

differiren, oder die Monohybriden. Auch von MENDEL sind diese getrennt behandelt und allen Anderen vorangeschickt worden. Ich betone dabei ausdrücklich, dass es dabei nicht die Frage ist, ob die Differenzen zwischen den Eltern thatsächlich auf das eine Merkmalspaar beschränkt sind, sondern dass nur gemeint wird, dass der Untersucher nur dieses eine Paar in's Auge fasst. Bei Blumenkreuzungen kommt sehr oft der erstere, reinere Fall vor, bei Erbsenkreuzungen giebt es neben dem untersuchten Merkmalspaar oft noch andere, einstweilen zu vernachlässigende Unterschiede.



Fig. 19. *Agrostemma nicaeensis Willd.* oder *Agrostemma Githago nicaeensis* mit längeren Kelchzipfeln als die Mutterart *A. Githago* und mit kleineren blasseren, bisweilen fast weissen Blumenblättern.

In diesem und den nächstfolgenden Paragraphen behandle ich also in diesem Sinne nur Monohybriden, welche den MENDEL'schen Spaltungsgesetzen folgen.[1] Wenn also von Bastarden die Rede ist, sind hier nur solche gemeint.

Wie bereits hervorgehoben wurde, folgen den MENDEL'schen Spaltungsregeln im Allgemeinen nur verhältnissmässig jüngere Eigenschaften (S. 141). Also Merkmale der Varietäten, der Rassen und solcher kleineren Arten, welche gelegentlich von einigen Forschern zu grösseren Arten zusammengefasst werden. Als Beispiel führe ich die Blüthenfarbe in der folgenden Paaren an:

Farbige Blüthen:		Weisse oder blasse Blüthen:
Agrostemma Githago L.	—	*A. nicaeensis* WILLD. (Fig. 19).
Datura Tatula L.	—	*D. Stramonium L.*
Hyoscyamus niger L.	—	*H. pallidus* KIT. (Taf. II.)
Lychnis diurna SIBTH.	—	*L. vespertina* SIBTH.

In dieser Gruppe sind die Arten mit der dominirenden Blüthenfarbe vorangestellt.

[1] Die Fälle von partieller Vererbung und vegetativer Spaltung der Bastarde (Erbsen, Mais, Blüthenfarbe, Dornen u. s. w.) werde ich in diesem Abschnitt nicht behandeln.

Von den beiden antagonistischen Merkmalen eines Paares dominirt im Bastarde in der Regel das phylogenetisch ältere. In dieser Beziehung schliessen sie sich den übrigen Bastardgruppen in einfacher Weise an (vergl. Abschn. I, § 4 S. 33). Aber nur in wenigen Fällen ist die Abstammung historisch bekannt, meist tritt an deren Stelle der systematische Werth.

Von Hybriden zwischen den Arten und Varietäten,[1] deren Abstammung hinreichend bekannt ist und im ersten Bande behandelt wurde, spalten sich die folgenden nach dem MENDEL'schen Gesetze, während das ältere Merkmal, wie bereits mitgetheilt wurde,[2] in ihnen prävalent ist. So fand ich z. B. im Bastard von *Chelidonium majus* und *C. laciniatum* (bekannt seit etwa 1590) den *Majus*-Typus im Bastard prävalirend. Ebenso war bei *Oenothera Lamarckiana* × *O. brevistylis* (bekannt seit etwa 1889) und bei *Lychnis vespertina* (behaart) × *L. v. glabra* (etwa ebenso alt) der erstgenannte ältere Typus im Bastard der dominirende.

Folgt eine Varietät bei der Kreuzung mit der Species, zu der sie gerechnet wird, den MENDEL'schen Regeln, so dominirt die systematisch höhere Einheit, z. B.

Dominirend:	Recessiv:
Antirrhinum majus (roth).	*A. m. album.*
Calliopsis tinctoria.[3]	*C. t. brunnea.*
Polemonium coeruleum (blau).	*P. c. album.*

Unsere heutigen Kenntnisse reichen noch bei Weitem nicht aus für die Behauptung, dass die Regel von der Präpotenz des älteren Merkmales auf dem Gebiete der MENDEL'schen Bastarde ausnahmslos gelten würde. Doch scheint es mir, dass die bis jetzt bekannten Ausnahmen nur scheinbar sind.[4] Würde die Regel sich allgemein bestätigen, so würde sie offenbar von hervorragender Bedeutung sein. Bei den Erbsen sind die Schirme des *Pisum umbellatum* recessiv gegenüber den gewöhnlichen Trauben, und die zwischen den Samen tief eingeschnürten Hülsen des *P. saccharatum* sind ebenfalls recessiv

[1] Die Frage, in wie weit es sich empfiehlt, bereits jetzt die systematischen Auffassungen nach den Erfahrungen beim Bastardiren zu verändern, werde ich erst in einem späteren Abschnitt besprechen. Man vergleiche hierüber auch die Ansichten von CORRENS und TSCHERMAK in den oben angeführten Schriften.

[2] Abschnitt I, § 4, S. 37.

[3] Fig. 5 S. 38.

[4] *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. XVIII. S. 85.

gegenüber der gewöhnlichen, einfach gewölbten Form. Beim Weizen sind nach RIMPAU die lockere Aehre und die grannenlosen Spelzen in der Regel dominirend, und also wohl als die älteren Typen zu betrachten, doch fehlen hier vorläufig noch die Zahlenangaben über das Verhalten der Nachkommen. Wäre es möglich, in dieser Richtung in einer grösseren Reihe von Fällen eine Entscheidung zu erreichen, so wäre damit offenbar eine feste Grundlage für die Beurtheilung verwandtschaftlicher Beziehungen gewonnen.

In sehr zahlreichen Fällen folgen den MENDEL'schen Regeln solche Merkmalspaare, in denen dieselbe Eigenschaft bei dem einen der Eltern activ, bei dem anderen aber latent ist.[1] In diesem Falle dominirt das active über das latente, wobei je nach den einzelnen Fällen das sichtbare Merkmal durch die unsichtbare, latente, ihm antagonistische Anlage im Bastard mehr oder weniger geschwächt erscheint. Ich führe hier eine Reihe von Beispielen an, bemerke aber, dass von einigen unter ihnen ihre Zugehörigkeit zu den MENDEL'schen Bastarden nur nach den vorhandenen Analogien wahrscheinlich, aber noch nicht experimentell geprüft worden ist; solche sind durch ein Sternchen angedeutet. Die Latenz kann sich auf die Farbe, die Bewaffnung und Behaarung, die Ausbildung der Stärke, des unterständigen Fruchtknotens u. s. w. beziehen.

Beispiele über das Prädominiren der activen Eigenschaft über die antagonistische latente im Bastard.

I. Depigmentation.

A. Latenz der Blüthenfarbe.

Agrostemma Githago	*A. nicaeensis* (Fig. 19, S. 144)
Antirrhinum majus	*A. m. album*
Aster Tripolium	*A. T. albus*
Chrysanthemum coronarium (gelb)	*Ch. c. album*
Clarkia pulchella	*C. p. alba*
Datura Tatula	*D. Stramonium*
Hyoscyamus niger	*H. pallidus* (Tafel II)
Linaria vulgaris (Lippe orange)	*L. v. perlutescens* (Lippe gelb)
Lychnis diurna	*L. vespertina*
Polemonium coeruleum	*P. c. album*
Silene Armeria	*S. A. alba*

[1] Ueber eine mögliche Erklärung der Ausnahmen von dieser Regel vergl. unten § 14, Ueber die Zerlegung der Blüthenfarben.

Trifolium pratense	*T. p. album*
Veronica longifolia	*V. l. alba*
Viola cornuta	*V. c. alba*
*Atropa Belladonna**	*A. B. lutea*[1]
*Gloxinia superba**	*G. s. alba*
Geum coccineum (roth)*	*Geum*, gelbe Arten.[2]

B. Latenz der Farbe der Früchte und Samen.[3]

Solanum nigrum	*S. n. chlorocarpum*
Pisum, mit brauner Samenschale	*Pisum*, mit weissen Samen.[4]

C. Latenz der rothen Farbe im Laube.

Amarantus caudatus (roth)	*A. c. viridis*

II. Denudation.

A. Latenz der Behaarung.

Biscutella laevigata	*B. l. glabra*[5]
Lychnis diurna	*L. Preslii*[6]
Lychnis vespertina	*L. v. glabra*
*Triticum turgidum**	Unbehaarte Weizensorten[7]

B. Latenz der Bewaffnung.

Datura Stramonium	*D. laevis*
*Ranunculus arvensis**	*R. a. inermis*[8]

III. Defarination.

Zea Mays	*Z. M. saccharata*
Pisum sativum	*P. s. quadratum*
„ „	*P. s. saccharatum.*

[1] H. Hoffmann, *Bot. Ztg.* 1881. S. 383.

[2] Gärtner, a. a. O. S. 301, 309. Eine Reihe weiterer Beispiele liesse sich leicht aus den Werken von Gärtner und Focke zusammenstellen.

[3] Die Incongruenz der Samenschale der Mutter in Bezug auf Raum und Beleuchtung des Bastardembryo, und die abnormalen Ernährungsverhältnisse dieser Samen sind von Correns und Tschermak zu wiederholten Malen hervorgehoben worden, bedürfen aber noch genauerer Untersuchungen.

[4] Weitere Beispiele für Erbsen bei Tschermak a. a. O. und für die zahlreichen Farbvarietäten des Mais in der Monographie von Correns.

[5] Miss Saunders, *Proc. Roy. Soc.* 1897. Vol. LXII. S. 11. Vergl. auch Journ. Roy. Hort. Soc. Vol. 24. S. 65.

[6] A. Godron. *Mém. Acad. Stanislas.* 1865. S. 346.

[7] A. W. Rimpau. *Kreuzungsprodukte landw. Kulturpflanzen.*

[8] H. Hoffmann, a. a. O. S. 383.

IV. Theilweise Latenz von Eigenschaften[1]

A. der Blüthenfarbe.

Papaver somniferum Mephisto *P. s. Danebrog;*

B. des unterständigen Fruchtknotens.

Oenothera Lamarckiana *O. brevistylis*[2]

In manchen Fällen[3] ist uns die Bedeutung des jüngeren Merkmales noch unklar, wie bei *Pisum umbellatum*, oder scheint es einstweilen unmöglich, es als den latenten Zustand der älteren Eigenschaft aufzufassen, wie z. B. bei *Chelidonium laciniatum.*[4] Doch handelt es sich hier vielleicht um secundäre Aeusserungen anderer Eigenschaften oder um andere mehr oder weniger zusammengesetzte Erscheinungen.[5] Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um die Ausnahmen aufzuklären.[6]

Einstweilen muss man sich auf die rein empirische Darstellung der Thatsachen beschränken. Dass aber die Mendel'schen Bastarde eine in sich geschlossene Gruppe bilden, welche einer gemeinsamen inneren Ursache ihre Eigenthümlichkeit verdankt, leuchtet ein, und wurde namentlich von Tschermak in einer Anmerkung am Schlusse seiner Ausgabe von Mendel's Abhandlungen klar betont (a. a. O. S. 58). Intermediäre Bastardbildungen (vergl. Abschnitt I, § 3 S. 18) und Vielgestaltigkeit in der ersten Generation, wie bei den Bastarden von *Hieracium* und den weiter unten zu besprechenden Hybriden von *Oenothera,* hob er als die Kennzeichen von Artbastarden, Mendel'sche Spaltungen als die Merkmale von Rassenbastarden hervor.[7] Doch darf man nicht vergessen, dass die Polyhybriden ganz gewöhnlich in

---

[1] Ueber diese Eigenschaften, welche keine einfachen, sondern zusammengesetzte sind, vergl. dieses Kapitel, § 14: „Die Zerlegung der Blüthenfarben.“

[2] Das recessive Merkmal ist hier der theilweise oberständige Fruchtknoten. Vergl. den folgenden Abschnitt.

[3] Ueber die Bastardspaltungen stark variabler Eigenschaften, namentlich von Mittelrassen soll erst in den folgenden Kapiteln gehandelt werden.

[4] Aller Wahrscheinlichkeit nach schliessen sich mehrere bis jetzt unerklärte Fälle an die oben unter IV. aufgeführte Gruppe an. Vergl. unten. § 14.

[5] Die Fälle, in denen ein Gegensatz zwischen latenter und activer Anlage bei den Eltern eines Bastardes nicht oder doch nicht mit Sicherheit anzunehmen ist, führe ich in diesem und den folgenden Paragraphen überhaupt nur vorbehältlich weiterer Untersuchungen an.

[6] Weitere Beispiele bei Tschermak, „*Weitere Beiträge*“. S. 87 fg.

[7] Derselben Ansicht ist auch Correns a. a. O.

Bezug auf einige Merkmale sich in diesem Sinne wie Artbastarde und gleichzeitig in Bezug auf andere Eigenthümlichkeiten als Rassenmischlinge verhalten (vergl. S. 74, und unten, im dritten und fünften Abschnitt).

§ 7. Die zweite Generation der Monohybriden.

In der zweiten Generation treten die in der ersten unsichtbaren recessiven Eigenschaften wieder an's Licht, und zwar in ihrer vollen Kraft, aber nur in einem Theile der Individuen. Dieser Theil ist ein ganz constanter, und beträgt in allen Versuchen ein Viertel.[1] Die übrigen drei Viertel behalten den dominirenden Charakter. „Uebergangsformen wurden bei keinem Versuche beobachtet", sagte Mendel.[2] Und dieses Fehlen von Zwischenstufen gestattet selbstverständlich ein genaues Abzählen der beiden Typen und bildet den Grund, weshalb zunächst die Fälle, in denen solche Uebergänge vorkamen, von der Untersuchung ausgeschlossen wurden.

Dieses constante Verhältniss von 3 : 1 zwischen den Nachkommen mit dominirendem und denjenigen mit recessivem Merkmal wird von Tschermak als der „Satz von der gesetzmässigen Mengenwerthigkeit der Merkmale" bezeichnet.

Die sieben von Mendel bei Erbsen untersuchten Merkmalspaare gaben die folgenden Verhältnisse.

Erbsen nach Mendel.

Dominirend	Recessiv	Anzahl	% Recessiv
Samen rundlich	Samen kantig runzelig	7324	25·5
Cotylen gelb	Cotylen grün	8023	24·9
Blüthen violettroth u. Samenschale braun	Blüthen weiss, Samen weiss	929	24·1
Hülsen einfach gewölbt	Hülsen eingeschnürt	1181	25·3
Unreife Hülsen grün	Unreife Hülsen gelb	580	26·2
Blüthen in Trauben	Blüthen endständig	858	24·0
Hohe Pflanzen	Niedrige Pflanzen	1064	26·0

Das Mittel aus diesen Versuchen ist somit 25% recessive und 75% dominirende Hybriden. Correns und Tschermak haben diese Versuche wiederholt und im Wesentlichen dieselben Ergebnisse erhalten,

[1] Wegen der in den Einzelversuchen gestatteten Abweichungen vergleiche das erste Kapitel dieses Abschnittes, § 3, S. 123.

[2] Für die seitdem beobachteten Uebergänge und Zwischenbildungen sei auf die folgenden Paragraphen verwiesen.

wie wir bei der Besprechung der späteren Generationen ausführlich sehen werden. Auch *Phaseolus*-Bastarde ergaben entsprechende Resultate.

Das Spaltungsgesetz ist aber selbstverständlich nicht auf Erbsen und Bohnen beschränkt, sondern findet im ganzen Pflanzenreich weite

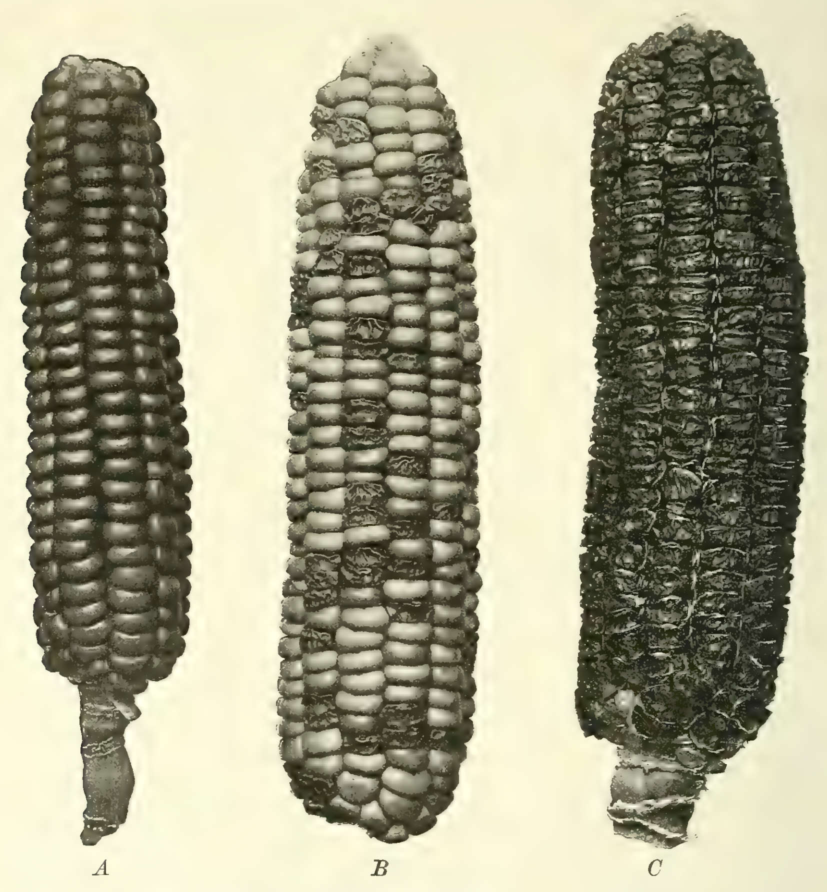


Fig. 20. *Zea Mays.* Kolben zur Demonstration des gesetzmässigen Zahlenverhältnisses zwischen den Körnern mit dominirendem und denjenigen mit recessivem Merkmal. *A* und *C* die beiden Stammeltern, *A* stärkehaltig, *C* Zuckermais. *B* ein Kolben des Bastardes zwischen diesen beiden Sorten, nach Selbstbestäubung. Drei Viertel der Körner sind glatt und stärkehaltig, ein Viertel ist runzelig, beim Trocknen eingeschrumpft und enthält anstatt der Stärke im Wesentlichen Dextrin. Ernte von 1899.

Verbreitung. Ich habe es bei zahlreichen Arten aus den verschiedensten Familien und bei einer Reihe anscheinend stark differirender Eigenschaften bestätigt gefunden, und gebe zunächst eine Uebersicht in tabellarischer Form.

Tabelle über die Zusammensetzung der zweiten Bastardgeneration.

A. Blüthenfarbe
(nach künstlicher Kreuzung).

Dominirend	Recessiv (weiss oder blaublüthig)	Dom. %	Rec. %
Agrostemma Githago (violettroth)	*A. nicaeensis* (Fig. 19)	76	24
Hyoscyamus niger (violettbraun, Taf. II)	*H. pallidus*	74	26
Linaria vulgaris (Lippe orange)	*L. v. perlutescens*	75	25
Lychnis diurna (roth)	*L. vespertina*	73	27
Papaver somniferum Mephisto	*P. s. Danebrog*	78	22

B. Blüthenfarbe
(nach freier Kreuzung).

Aster Tripolium (blassviolett)	*A. T. albus*	75	25
Chrysanthemum coronarium (gelb)	*Ch. c. album*	77	20
Clarkia pulchella (roth)	*C. p. alba*	73	27
Trifolium pratense (roth)	*T. p. americanum album*	75	25
Veronica longifolia (blau)	*V. l. alba*	78	22
Viola cornuta (blau, Fig. 18, S. 116)	*V. c. alba*	77	23

C. Farbe des Laubes und der Früchte
(nach freier Kreuzung).

Amarantus caudatus (rothes Laub)	*A. c. viridis*	71	29
Solanum nigrum (schwarze Beeren)	*S. n. chlorocarpum*	77	23

D. Andere Eigenschaften
(mit einer Ausnahme nach künstlicher Kreuzung).

Chelidonium majus	*C. laciniatum*	74	26
Calliopsis tinctoria (freie Kreuzung, Fig. 5)	*C. t. brunnea*	75	25
Lychnis vespertina (behaart)	*L. v. glabra*	73	27
Oenothera Lamarckiana	*O. brevistylis*	78	22
Zea Mays (stärkehaltig, Fig. 20)	*Z. M. saccharata*	75	25

Im Mittel aller Versuche 24·5 oder nahezu 25 % Recessiv.

Einige weitere, demselben Gesetze folgende Fälle sollen erst bei den Dihybriden vorgeführt werden, vergl. z. B. die Blüthenfarbe und die Dornen bei *Datura.* Beim Mais folgt nicht nur der Stärkegehalt dem MENDEL'schen Spaltungsgesetze, sondern eine ganze Reihe anderer Eigenschaften, welche in der Monographie von CORRENS beschrieben wurden und welche unten, bei dieser Art, besprochen werden sollen.

Ich lasse jetzt eine kurze Beschreibung der in der Tabelle genannten Versuche folgen:[1]

A. 1. *Agrostemma Githago* und *A. nicaeensis.* Beide Arten zeigten sich bei mehrjähriger Cultur als völlig rein, die erstere hat dunkelviolettrothe Blüthen, die letztere blasse, fast weisse aber blassviolett geäderte Kronenblätter von ziemlich schwankender Farbe. Mitte Juli 1897 wurden auf einigen Pflanzen der *A. Githago* die Blüthen castrirt und mit dem Staub der *A. nicaeensis* belegt, und mit grossen eirunden Hüllen aus feiner Mettallgaze umgeben, wie solche für das Beschützen von Weintrauben gegen Wespen benutzt werden. Aus den so gewonnenen Samen hatte ich im Sommer 1898 94 blühende Pflanzen, alle von derselben Farbe und dunkelviolett wie die Mutter. Bei einer genauen Vergleichung macht die Farbe der Bastarde den Eindruck, nicht ganz so dunkel zu sein wie diejenige der reinen *A. Githago.* Fünf ausgewählte Exemplare liess ich an einer isolirten Stelle blühen und sammelte ihre Samen getrennt. Von jeder dieser Mütter blühten im nächsten Jahre 63—94, zusammen 385 Kinder, von denen 94, also 24·4 % blassblüthig waren wie *A. nicaeensis,* während die übrigen dunkelviolettroth blühten. Ich ermittelte für jede der fünf Mütter die Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft und fand 22 — 23 — 24 — 24 — 27 %, also trotz der geringen Individuenzahl sehr übereinstimmende Werthe.

Die Blüthenfarbe variirt in den drei Gruppen ziemlich stark fluktuirend, zwischen den Bastarden und der *A. Githago* ist gar keine Grenze zu erkennen, doch hatten Vorversuche im Jahre 1896 ergeben, dass in einem solchen Gemische sich unter den dunkelsten keine Bastarde befinden (vergl. auch unten bei *Hyoscyamus*). Zwischen den Bastarden und der *A. nicaeensis* fand ich im Sommer 1899 ganz einzelne Zwischenformen, welche eine sichere Entscheidung nicht zuliessen, sie sind im obigen Versuche nicht mitgezählt worden.

A. 2. *Hyoscyamus niger.* Vergl. § 8.

A. 3. *Linaria vulgaris.* Die „Art“ hat eine blassgelbe Krone mit

---

[1] In Hinblick auf die bei solchen Versuchen gestattete Latitüde von etwa 5 % gebe ich die Procentzahlen ohne Decimalen. Vergl. oben § 3—4.

safrangelbem bis orangenem Gaumen. In der hiesigen Gegend wächst eine *Varietas perlutescens*, deren Blüthen ganz blassgelb sind; der Gaumen ist von derselben Farbe. Beide Sorten fand ich bei reiner Befruchtung in der Cultur constant. Im Juli 1894 befruchtete ich castrirte Blüthen der *L. vulgaris* in geeigneter Umhüllung mit *perlutescens*, und hatte aus den Samen im nächsten Sommer 142 reichlich blühende Pflanzen, alle mit safrangelbem Gaumen. Von zweien von diesen Bastarden säte ich im Jahre 1896 die Samen aus und hatte 307 und 310 blühende Kinder, von denen 54 und 81, also 18 %/0 und 26 %/0, im Mittel 22 %/0 *perlutescens* waren. Die übrigen hatten alle einen dunkleren Gaumen.

Einen zweiten Versuch habe ich im Jahre 1898 angefangen, indem ich wiederum *L. vulgaris* mit *perlutescens* befruchtete. Ich erhielt drei Früchte, aus deren Samen ich im nächsten Jahre nur 17 Pflanzen zur Blüthe erziehen konnte; alle hatten einen safrangelben Gaumen. Nach Selbstbefruchtung erhielt ich aus den Samen im Jahre 1899 345 blühende Pflanzen, von denen 84, also 25 %/0 *perlutescens* waren und 261 oder 75 %/0 einen dunkelgefärbten Gaumen hatten. Die Zahlen dieses Versuches sind in die Tabelle auf S. 151 aufgenommen worden.

A. 4. *Lychnis diurna* und *L. vespertina.* Diese beiden Arten habe ich zu wiederholten Malen gekreuzt, wobei ich in der Regel von der letzteren die Varietät *glabra* benutzte. Ich führe hier die Kreuzung von 1892 an, welche im Jahre 1893 rothblühende Bastarde gab. Aus ihren Samen blühten im nächsten Sommer 116 Pflanzen roth und 42 weiss, oder 73 und 27 %/0. Die Bastarde scheinen im Ganzen etwas blasser zu sein als die reine *L. diurna*, doch habe ich dieses nicht genauer untersucht.

A. 5. *Papaver somniferum Mephisto × Danebrog.* Vergl. § 8.

B. 1. *Aster Tripolium.* Von dieser bläulich violetten Art fand ich im Sommer 1895 ein weissblühendes Exemplar vereinzelt zwischen mehreren Hunderten von normalen. Die Befruchtung hatte bereits stattgefunden; ich brachte die Pflanze nach meinem Garten und liess sie an isolirter Stelle ihre Samen reifen. Es war anzunehmen, dass diese zum Theil durch den Staub der blauen Individuen, zum Theil durch Selbstbestäubung befruchtet waren. Die Aussaat der Samen bestätigte diese Auffassung, indem weitaus die meisten Exemplare blau und nur einzelne (etwa 5 %/0) weiss blühten. Die weissblüthigen zeigten sich später in ihren Nachkommen als eine reine Rasse, die blauen mussten aber Bastarde sein. Ich liess sie isolirt blühen und sammelte von sieben unter ihnen die Samen getrennt, zur Aussaat in 1897. Ich erhielt im Ganzen 682 blühende Exemplare, von denen

169, also 25 %, weiss oder weisslich blühten; die übrigen hatten nur blaue Blüthen. Ich habe die Erbzahlen für jede dieser sieben Mütter getrennt ermittelt und fand für diejenigen, von denen mehr als 100 Kinder blühten, 22 — 22 und 23 %, für die vier anderen selbstverständlich etwas stärker abweichende Zahlen.

B. 2. *Chrysanthemum coronarium* (Syn. *C. Roxburghi*). Von dieser gelbstrahligen Art kommt gelegentlich eine Varietät mit weissen Strahlen vor: *Ch. c. album,* oft findet man in den Handelssamen beide mehr oder weniger vermischt. Nach reiner Befruchtung sind sie beide völlig constant, wie Controlversuche mit etwa 230 Exemplaren aus gelbem Samen und über 400 Kindern von weissblüthigen Individuen lehrten.

Findet man in der weissen Varietät bei der Aussaat käuflicher Samen gelb blühende Exemplare, so sind diese vermuthlich zum Theil Bastarde, wie wir am Schlusse dieses Abschnittes des Näheren darthun werden. Ich habe zwei solche im Sommer 1895 vor der Blüthe isolirt und später ihre Samen getrennt geerntet und ausgesät. Im nächsten Jahre hatte ich daraus zwei Beete, mit 440 bezw. 434 blühenden Pflanzen, von denen 90 und 88, also je 20 %, weiss und die übrigen gelb waren.

B. 3. *Clarkia pulchella,* eine rothblühende Art mit einer weissen Varietät (Vergl. Bd. I, S. 512). Wie in dem vorigen Versuch fand ich in einer Cultur aus Samen der weissen Form einige rothblühende Pflanzen, welche also vermuthlich durch Kreuzung auf der Gärtnerei entstanden waren.[1] Ihre Samen wurden getrennt geerntet und ausgesät, keimten schlecht und gaben 55 blühende Pflanzen, von denen für jede Mutter etwa ein Viertel weiss waren. Zusammen 15 oder 27 %. Unter den Bastarden kamen auch in diesem Versuche Pflanzen mit blasseren Blüthen vor als unter der reinen Art.

B. 4. *Trifolium pratense.* Im Sommer 1895 blühte in meinem Garten ein einziges Exemplar von *Trifolium prat. americanum album,* welches im vorigen Jahre in der hiesigen Gegend zufällig gefunden worden war. Es stand in einiger Entfernung von einem grösseren Beete blühender Pflanzen der rothen Form und wurde von diesen befruchtet. Da isolirte Pflanzen des Rothklees nach früheren Ver-

[1] Vergl. das letzte Kapitel dieses Abschnittes, über den sogenannten Atavismus im Gartenbau. Solche käufliche, zufällige Bastarde finden sich äusserst oft in Samenproben; sie liefern ein beqnemes Material, um ohne jahrelange Vorversuche eine Reihe von weiteren Beispielen für die MENDEL'sche Spaltungsregel zusammen zu bringen.

suchen trotz des Insectenbesuches keinen Samen bilden, war anzunehmen, dass die Kreuzung eine reine war. Aus den Samen erzog ich im Sommer 1896 über 150 Kinder, welche ausnahmslos roth blühten. Von dieser Gruppe erntete ich die Samen durcheinander, säte sie im Jahre 1897 und hatte 219 Kinder, von denen 54, also 25%, weiss blühend. Die übrigen blühten alle roth.

In derselben Weise habe ich in einem anderen Jahre ein weiss blühendes Exemplar der hiesigen Sorte, also *Trifolium pratense album*, von rothen Kleepflanzen befruchten lassen. Seine Samen gaben 234 blühende Kinder, alle roth. Doch habe ich diesen Versuch nicht weiter fortgesetzt.

B. 5. *Veronica longifolia;* eine blaue Art mit einer weissen Varietät. Im Jahre 1889 erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. J. W. Moll eine blaublühende Pflanze dieser Art, welche sich später als Bastard ergab. Im Jahre 1892 erntete ich von ihr Samen, welche ich im nächsten Frühling unter den erforderlichen Sorgen, um sie noch in demselben Sommer zur Blüthe zu bringen, aussäte. Es blühten 214 Pflanzen, von denen 166 blau und 48 weiss, also 22%.

B. 6. *Viola cornuta,* eine blaue Art mit einer weissen Varietät. Eine weiss blühende Pflanze blühte im Sommer 1896 zwischen blauen; ihre Samen wurden getrennt geerntet und ausgesät und gaben unter zahlreichen weissen auch drei blaue Individuen, welche also offenbar Bastarde waren. Ich liess diese an einer isolirten Stelle blühen (1898), erntete die Samen gemischt und machte daraus im Jahre 1899 eine grössere Cultur. In dieser blühten 255 Pflanzen blau und 78 weiss, zusammen also 333 mit 23·4% weissen.

C. 1. *Amarantus caudatus.* Im Sommer 1895 blühten zwei Exemplare der völlig grünen Varietät zwischen Pflanzen mit der normalen braunrothen Farbe des Laubes. Ich erntete die Samen der ersteren, welche also theilweise durch die rothen befruchtet sein mussten, für sich, und erhielt daraus (1896) neben einer überwiegenden Menge von grünen Individuen auch einige wenige rothe, von denen also anzunehmen war, dass sie Bastarde waren, da die grüne Varietät, nach einem Controlversuche, bei reiner Befruchtung constant ist. Die Bastardpflanzen liess ich isolirt blühen, sammelte die Samen von fünf von ihnen getrennt und hatte daraus im Sommer 1897 fünf Gruppen, welche jede zu etwa $^3/_4$ aus rothen und zu $^1/_4$ aus grünen Pflanzen bestanden. Im Ganzen 171 Exemplare mit 49, oder 29%, grünen.

C. 2. *Solanum nigrum* hat schwarze Beeren, die Varietät *chlorocarpum* aber gelblich grüne. Beide sind bei isolirter Cultur constant, und isolirte Exemplare bilden reichlich Samen. Ich werde unten meine Culturen ausführlich zu beschreiben haben, erwähne aber hier, dass ich im Sommer 1894 einige schwarzfrüchtige Bastarde hatte, welche ich während der Blüthezeit einzeln in Pergaminbeuteln gegen Insectenbesuch schützte. Es waren 8 Pflanzen. Ihre Samen gaben (1895) eben so viele Beete, jede zu $^3/_4$ mit schwarzen und zu $^1/_4$ mit grünen Beeren bei der Reife. Im Ganzen 935 Individuen, von denen 215 oder 23 % mit dem recessiven Merkmal.

D. 1. *Chelidonium majus* und *C. laciniatum.* Diese Kreuzung bot ein besonderes Interesse, einerseits weil die Entstehung des *C. laciniatum* aus *C. majus* in Heidelberg um das Jahr 1590 historisch bekannt ist (Bd. I, S. 134), andererseits weil die Geschlitztblätterigkeit nicht auf Verlust oder Latenz einer in der älteren Art sichtbaren Eigenschaft zu beruhen scheint, wie solches sonst bei Charakteren, welche Mendel'sche Bastarde geben, die Regel zu sein scheint. Das Castriren muss hier schon lange vor dem Oeffnen der Blüthen stattfinden, da die Staubfäden sich früh zu öffnen anfangen. Trotz dieser Sorge erhielt ich doch keine völlig reine Befruchtung. Ich castrirte so gut wie möglich *C. laciniatum* und bestäubte mit *C. majus* (1897); die Hälfte der Samen gab die eine, die andere Hälfte die andere Form. Die ersteren konnten durch Selbstbefruchtung, die letzteren nur durch Bastardirung entstanden sein, da ja sonst das *C. laciniatum* völlig constant ist. Ich liess nur diese Bastarde blühen, (es waren 25 Exemplare), und zwar an einer völlig isolirten Stelle. Die Samen erntete ich durcheinander und säte sie im Frühling 1899 in Schüsseln aus. Man hat hier den grossen Vortheil, dass die Keimlinge bereits bei dem Entfalten der ersten Blätter leicht und sicher von einander unterschieden werden können, wie die Fig. 21 zeigt. Man kann also zählen ohne auszupflanzen, und daher ohne Mühe eine grössere Anzahl beurtheilen. Ich zählte 1186 Keimpflanzen, von denen 875 das dominirende und 311 das recessive Merkmal hatten. Also 26·2 %.



Fig. 21. Keimpflanzen von *Chelidonium majus* (*m*) und *C. laciniatum* (*l*) mit dem ersten bezw. den beiden ersten Blättern, welche den Unterschied in der Tiefe der Einschnitte bereits deutlich zeigen.

D. 2. *Calliopsis tinctoria.* Von dieser beliebten Gartenpflanze

kommt eine constante Varietät mit dunkelbraunen Strahlen im Handel vor: *C. t. brunnea.* Im Bastard dominirt das Merkmal der Art und ist dasjenige der Varietät recessiv. Käufliche Samenproben fand ich selten rein, meist enthalten sie einige wenige Procent Bastarde oder deren Nachkommen. Von drei solchen Bastarden säte ich die Samen im Jahre 1896 getrennt und erhielt drei Beete, welche auf dem ersten Blicke zu etwa $^3/_4$ aus gelben und zu $^1/_4$ aus braunstrahligen Individuen zusammengesetzt waren. Die genauere Zählung ergab 884 Exemplare, von denen 29 % braun blühten. Aehnliche Culturen habe ich auch in den Jahren 1894 und 1895 gemacht, sie gaben 19 % Pflanzen mit dem recessiven Merkmal. Alle Aussaaten zusammen, mit den Samen von sechs Bastarden, gaben im Mittel 25 % braunstrahlige Individuen.

D. 3. *Lychnis vespertina.* Von dieser Art wurde im ersten Bande eine unbehaarte Varietät als *L. v. glabra* beschrieben (Bd. I, S. 470, 478); sie zeigte sich bei der Aussaat als völlig constant. Weibliche Pflanzen wurden durch das Ausmerzen der männlichen im Anfang der Blüthe im Sommer 1892 isolirt, und konnten durch Insekten mit dem Staub der normalen *L. vespertina* befruchtet werden. Die erste Generation der Bastarde enthielt nur behaarte Pflanzen; die Behaarung schien nur wenig schwächer zu sein als diejenige des Vaters. Die Samen der zweiten Generation gaben im Sommer 1894 536 Pflanzen, welche beim Anfang der Blüthe gezählt wurden. Ich fand 392 behaarte und 144 unbehaarte, oder von den letzteren 27 %.

D. 4. *Oenothera Lamarckiana* × *O. brevistylis.* Im Jahre 1893 befruchtete ich castrirte Blüthen der ersteren Art mit dem Staube der letzteren. Die Kinder hatten sämmtlich die Merkmale der Mutter (1894). Ihre Blüthen wurden in Pergaminbeuteln mit ihrem eigenen Staub befruchtet. Die so gewonnenen Samen gaben nun, also in der zweiten Generation, 17—26 % Exemplare mit dem recessiven Merkmal. Dieser Versuch wurde dann im Sommer 1899 in einer neuen Aussaat wiederholt und gab auf 205 Pflanzen 160 lang- und 45 kurzgriffelige, also 22 %.

D. 5. *Zea Mays.* Von allen bis jetzt darauf untersuchten Arten ist wohl diese die wichtigste für die Kenntniss der MENDEL'schen Spaltungsregel, namentlich weil sie bis jetzt die einzige ist, welche eine Demonstration des Zahlenverhältnisses an getrocknetem und aufbewahrtem Material ermöglicht. Weder an einer Erbsenernte, noch an einem Beete mit Bastardnachkommen in voller Blüthe, selbst nicht an den Keimschüsseln des *Chelidonium* lässt sich der gemeinschaftliche Ursprung der Samen demonstriren. Wenn die fraglichen Merk-

male an den Körnern selbst sichtbar sind, wie die Farbe und die Natur der Resevestoffe, vertritt jeder Kolben eines Bastard-Mais ein ganzes Beet von Nachkommen eines beliebigen anderen hybriden Elters. Unsere Figur auf S. 150 zeigt, dass man sich auf dem ersten Blicke überzeugen kann, dass etwa ein Viertel der Körner das recessive, drei Viertel aber das dominirende Merkmal zeigen. Und jedesmal, wenn es gewünscht wird, lässt sich eine neue Zählung vornehmen.

Die an den Körnern sichtbaren Merkmale gehören theilweise der Samen- und Fruchtschale, theilweise dem Endosperm an. Als Nawaschin und Guignard die doppelte Befruchtung bei den Phanerogamen entdeckt hatten,[1] lag die Möglichkeit einer Bastardirung des Endosperms beim Mais auf der Hand, indem die bis dahin unbegreiflichen Xenien dieser Pflanze eine einfache Erklärung als Endospermbastarde fanden. Der Versuch bestätigte diese Erwartung und lehrte, dass durch Bastardbefruchtung an den befruchteten Kolben die Folgen der Kreuzung eben so deutlich sind, als in den Hülsen der Erbsen, wenn es sich um Merkmale der Cotyledonen des Keimes handelt.[2] Nur ist es beim Mais das Endosperm, welches die Bastardmerkmale trägt. Diese Entdeckung wurde bald darauf in experimenteller Hinsicht durch viel umfangreichere, von Correns und von Webber angestellte Versuche bestätigt,[3] und dadurch zum Abschluss gebracht, dass es Guignard gelang, beim Mais selbst das zweite Spermatozoid und die Befruchtung des Embryosackkernes unmittelbar nachzuweisen.[4] Doch habe ich an dieser Stelle nicht weiter auf die Xenien einzugehen, da es sich hier nur darum handelt, die Gültigkeit des Spaltungsgesetzes bei der Erzeugung der Samen auf den Bastarden der ersten Generation nachzuweisen.

---

[1] Nawaschin, *Bull. de l'Acad. imp. de Sc. de St. Petersbourg.* T. IX. No. 4. L. Guignard, *Sur les anthérozoides et la double copulation chez les végétaux angiospermes.* Compt. rend. Paris, 4. Avril 1899.

[2] *Sur la fécondation hybride de l'albumen.* Comptes rendus. Acad. Sc. Paris, 4. Déc. 1899 und *Sur la fécondation hybride de l'albumen chez le Mais.* Revue gén. de Bot. T. XII. 1900. S. 129, Taf. XV. Vergl. auch Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. S. 87.

[3] C. Correns, *Untersuchungen über die Xenien von Zea Mais.* Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVII. S. 411, und die oben citirte Monographie desselben Verfassers in der Bibliotheca Botanica. Nr. 53. H. J. Webber, U. S. A. Departm. of Agriculture, Bull. No. 22. 1900.

[4] L. Guignard, *La double fécondation dans le Mais.* Journ. de bot. 1901. T. XV. No. 2.

Für meine Versuche wählte ich den weissen Zuckermais,[1] *Zea Mays saccharata*, und eine stärkehaltige Varietät, welche wegen ihrer roth und gelb gestreiften Körner den Namen Harlekin führt. Sie bildet mitunter fast rein gelbe und andererseits völlig rothe Kolben; diese Farbe rührt aber nicht vom Endosperm her. Ich schnitt die männlichen Rispen des Zuckermais vor der Blüthe ab und befruchtete die Narben mit dem Staub des Harlekins, im August 1898. Die so befruchteten Körner waren im trockenen Zustande rund und glatt, voller Stärke, wie diejenigen des Vaters, und nicht runzelig und durchscheinend, wie diejenigen der Mutterrasse. Aus ihnen gingen im nächsten Sommer (1899) Bastarde hervor, welche sich unter einander frei befruchten konnten. Es waren etwa 60 Pflanzen, welche zusammen etwa 75 gute Kolben brachten. Die Farbe der Samenschale war variabel wie beim Harlekin, einige Kolben waren ganz roth. Jeder Kolben trug etwa ein Viertel Zuckersamen und drei Viertel Stärkesamen; die meisten Kolben hatten etwa 300 Körner, einige über 500, andere unter 200. Ich ermittelte das Verhältnis für die zwanzig am besten ausgebildeten Kolben und fand den Procentsatz an recessiven Körnern wie folgt:[2]

Gelblichweisse Kolben				Rothe und gestreifte Kolben	
Nr. 1	24 %	Nr. 8	27 %	Nr. 1 R.	24 %
„ 2	23 „	„ 9	24 „	„ 2 R.	20 „
„ 3	25 „	„ 10	26 „	„ 3 G.	24 „
„ 4	25 „	„ 11	30 „	„ 4 G.	21 „
„ 5	26 „	„ 12	24 „	„ 5 G.	25 „
„ 6	27 „	„ 13	26 „	„ 6 G.	27 „
„ 7	26 „			„ 7 G.	22 „
Im Mittel 25·5 %.				Im Mittel 22·5 und 23·8 %.	

Es bietet also jeder einzelne Kolben eine Bestätigung des Spaltungsgesetzes.

Correns hat diese Versuche über eine grössere Reihe von Bastarden ausgedehnt.[3] Ich hebe aus seiner Liste die folgenden, die Regel bestätigenden Fälle hervor:

[1] Nach den Untersuchungen von Correns tritt bei dieser Rasse an die Stelle der Stärke nicht etwa gewöhnlicher Zucker, sondern Dextrin. Bibl. Bot. S. 67, 86, 141 u. s. w.

[2] *Rev. Gén. de bot.* XII. S. 14—15.

[3] C. Correns, *Bibl. Bot.* l. c. S. 101—126.

Zea Mays ♀	♂	Kolben der Bastarde: Körner			
cyanea ×	*rubra*	78·2 %	blau	21·8 %	weiss
rubra ×	*vulgata*	78 „	gelb	22 „	weiss
vulgata ×	*cyanea*	72·3 „	blau	27·7 „	weiss oder gelb
vulgata ×	*dulcis*	77·9 „	glatt	22·1 „	runzelig.

Die Farbe des Endosperms folgt also in diesen Beispielen demselben Gesetze wie die Natur des Reservestoffes.

Wenn man die ältere Literatur durchforscht, so findet man von Zeit zu Zeit Angaben über Zahlenverhältnisse bei den Bastardspaltungen, welche mit dem Mendel'schen Gesetze übereinstimmen. So erwähnt Darwin, dass die Bastarde zwischen dem gewöhnlichen und dem pelorischen *Antirrhinum majus* alle ohne Pelorien sind, dass unter ihren Kindern aber 88 auf 127, also 29 % wiederum pelorische Blüthen trugen.[1] Hays fand unter den Kindern eines Weizenbastardes *Blue Stem* × *Fife* 72 % behaart wie *Blue Stem* und 28 % unbehaart wie *Fife*.[2] Ohne Zweifel harrt noch manche andere Andeutung in der Literatur der Verwerthung in demselben Sinne, sei es auch nur als Anweisung, mit welchen Arten und Eigenschaften am zweckmässigsten weiter zu experimentiren wäre.[3]

§ 8. Die dritte Generation der Monohybriden.

In der zweiten Generation kann das dominirende Merkmal offenbar eine doppelte Bedeutung haben, denn sowohl für die Bastarde wie für die eine reine Stammform ist es bezeichnend. Ob es unter den Individuen der zweiten Generation beide Sorten giebt, und in welchem Verhältniss diese stehen, darüber muss das dritte Geschlecht entscheiden.

Mendel fand, dass beide vorkommen. Die Individuen, welche das dominirende Merkmal als Bastarde bezeichnet, spalten sich in ihren Nachkommen wieder. Wo aber diese Eigenschaft eine Rückkehr zu der Stammform bedeutet, ist die Nachkommenschaft einförmig. Solche Exemplare sind völlig zu der Stammform zurückgekehrt. Und dasselbe gilt von den Individuen mit dem recessiven Merkmal; auch sie bleiben in ihren Nachkommen einförmig und constant.

---

[1] Darwin, *Animals and plants.* 2. Ed. 1875. II, S. 46.

[2] W. M. Hays, *Bull. Agric. Exper. Station.* No. 62. Minnesota. 1899. S. 463. Vergl. ferner S. 424, 433, 460 u. s. w.

[3] So vor Allem in Rimpau, *Kreuzungsprodukte landw. Kulturpflanzen.*

Die Versuche MENDEL's sind von CORRENS an Erbsen und an Mais, von TSCHERMAK mit Erbsen und Bohnen in ausgedehnter Weise controllirt worden. Für die betreffenden Merkmale fanden sie eine völlige Bestätigung. Ebenso verhält es sich mit den übrigen, im vorigen Paragraphen behandelten Beispielen; soweit sie untersucht wurden, zeigte sich auch hier das recessive Merkmal stets constant, das dominirende in einigen Individuen constant, in anderen nicht. Ich gebe zunächst einige Beispiele für das recessive Merkmal. Von *Linaria vulgaris* × *perlutescens* erhielt ich, aus den Samen der Individuen mit blassem Gaumen, nur solche (21 Ex., 1897). Von *Aster Tripolium blau* × *weiss* erntete ich die Samen von vier weissen Bastardnachkommen nach isolirter Blüthe getrennt, und erhielt im Sommer 1897 zusammen 1136 blühende Pflanzen, welche mit einer einzigen Ausnahme alle weiss waren. Die Ausnahmepflanze blühte blau, und war wohl zweifellos ein durch zufällige Uebertragung eines Blüthenstaubkornes der reinen Art entstandener Bastard.[1] Für *Lychnis vespertina glabra* × *behaart* habe ich in der zweiten Generation (1894) drei unbehaarte Exemplare in Pergaminbeuteln mit dem Staub von gleichfalls unbehaarten männlichen Pflanzen aus derselben Cultur befruchtet. Aus dem Samen einer Mutter erhielt ich 156 Pflanzen, welche sämmtlich unbehaart waren, von den anderen Müttern aber 772 Individuen, darunter 8 behaarte. Es ist anzunehmen, dass auch hier sich ein Fehler bei der Bestäubung eingeschlichen hat. Dasselbe war mit meinen Culturen der weissen Nachkommen von *Lychnis vespertina* × *diurna* der Fall, welche im Sommer 1894 auf 58 weissblühenden eine rothe Pflanze zeigten. Mit *Oenothera brevistylis* habe ich überhaupt die Reinheit der Art nur an Nachkommen von Bastarden untersuchen können, wie sich aus der Darstellung im ersten Bande S. 225 ergiebt. *Veronica longifolia blau* × *weiss* zeigte sich in den Nachkommen der weissen in mehreren Versuchen als constant, was theilweise an der Blüthe, theilweise lange vor der Blüthezeit an der rein grünen Farbe des sonst dunkel gefärbten Laubes zu erkennen war.

Unter den Bastarden der zweiten Generation lassen sich bisweilen die constanten von den sich in ihren Nachkommen wiederum spaltenden mehr oder weniger scharf nach der Intensität des dominirenden Merkmales beurtheilen. Gilt es Blüthenfarbe oder Behaarung, so kann man in solchen Fällen die dunkelsten oder am dichtesten behaarten aussuchen, und hat dann Aussicht, ihre Nachkommen einförmig zu

[1] Vergl. unten, das Kapitel über den Atavismus im Gartenbau.

finden. So, wie oben erwähnt, bei *Agrostemma Githago* × *A. nicaeensis*, namentlich aber bei:

Hyoscyamus pallidus × *H. niger* (Taf. II, vergl. auch S. 146 u. 151). Beide Arten sind nach Vorversuchen bei reiner Befruchtung constant und rein (1897). Die Staubbeutel öffnen sich bereits in der Knospe, und zwar früher oder später, je nach dem Wetter. Zu früh castrirte Blüthen setzen aber nach künstlicher Befruchtung keine Samen an. Es besteht daher die Aussicht, dass die Kreuzung nicht immer völlig rein verlaufen wird. Aus diesem Grunde wählte ich *H. pallidus* als Mutter und befruchtete ihn mit *H. niger*. Aus den Samen erhielt ich 102 Pflanzen mit dem dominirenden Merkmal, welche somit offenbar Bastarde waren, neben vier mit dem recessiven, welche also wohl auf Selbstbefruchtung zurückgeführt werden mussten. Sie wurden selbstverständlich so bald wie möglich entfernt, und die übrigen von allen Blüthen, welche gleichzeitig mit ihnen geblüht haben konnten, beraubt.

Die isolirten Bastarde liess ich von Insecten befruchten, und säte die Samen von vier von ihnen. Ich hatte (1899) 1073 blühende Kinder, von denen 26·5 % mit dem recessiven und 74·5 % mit dem dominirenden Merkmal. Für die Nachkommen der vier Mütter waren die Recessivzahlen 24, 27, 27·5 und 28 %. Ich suchte unter den dominirenden diejenigen mit den dunkelsten Blüthen aus, isolierte sie mittelst Glocken von feiner Metallgaze und befruchtete jede Pflanze mit ihrem eigenen Staub. Aus den Samen von 20 Müttern erhielt ich (1900) 840 blühende Kinder, welche ausnahmslos die dunklen Blüthen von *H. niger* hatten. Ich hatte somit im Sommer 1899 an der Blüthenfarbe die constanten, zur Stammform zurückgekehrten Individuen ohne Fehler nach der Blüthenfarbe ausgesucht.

In anderer Weise hat Correns nachgewiesen, dass die Bastarde dieser beiden Arten eine blassere Farbe haben als der reine *H. niger*, wie solches bereits auch von Kölreuter angegeben wurde. Er ermittelte den Gehalt der Blüthen an Anthocyan und fand, dass die Bastarde nur etwa die Hälfte (genauer 45 %) der Menge dieses Farbstoffes enthalten, die bei *H. niger* vorhanden ist. So verhält es sich sowohl in der ersten als in der zweiten Generation.[1] Das dominirende Merkmal ist also hier durch das recessive sehr erheblich abgeschwächt.

Jetzt komme ich zu den Verhältnisszahlen in der dritten Generation. Da die recessiven Individuen in ihren Nachkommen constant

[1] C. Correns in *Ber. d. d. bot. Ges.* 1901. XIX. Generalvers.-Heft. S. 80.

sind, haben wir diese Zahlen nur für diejenigen mit dem dominirenden Merkmal zu untersuchen. Mendel fand für die sieben von ihm an Erbsen studirten Merkmale die folgenden Verhältnisse:

Erbsenbastarde mit dominirendem Merkmal.
(Nach Mendel.)

Dominirend	Recessiv	Anzahl	Verhältniss: Constant		Spaltend
Samen rund	S. kantig runzelig	565	1	:	1·93
Cotylen gelb	C. grün	519	1	:	2·13
Samenschale braun	Samenschale weiss	100	36	:	64
Hülsen einfach gewölbt	H. eingeschnürt	100	29	:	71
Hülsen grün	H. gelb	100	40	:	60
Blüthen in Trauben	Bl. endständig	100	33	:	67
Hohe Pflanzen	Niedrige Form	100	28	:	72

Im Mittel 1 : 2.

Es kommen also unter den Bastarden mit dominirendem Merkmal in der zweiten Generation $^1/_3$ mit constanten, $^2/_3$ mit sich spaltenden Merkmalen vor.

Rechnet man dieses mit den constanten recessiven zusammen, so haben wir die folgende Zusammensetzung der zweiten Generation:

25 %	50 %	25 %
constant, dominirend	Hybriden	constant, recessiv.

Es ergiebt sich also, „dass die Hybriden je zweier differirender Merkmale Samen bilden, von denen die eine Hälfte wiederum die Hybridform entwickelt, während die andere Pflanzen giebt, welche constant bleiben, und zu gleichen Theilen den dominirenden und den recessiven Charakter erhalten.“[1]

Dieses Ergebniss ist durch ausgedehnte Untersuchungen an Erbsen von Correns und Tschermak in jeder Hinsicht bestätigt worden. Handelt es sich um andere Pflanzen und andere Merkmale, so können die Versuche oft viel umständlicher werden, namentlich wenn künstliche Befruchtung und die Erziehung der Kinder jedes einzelnen Bastardes bis zur Blüthezeit erforderlich sind.

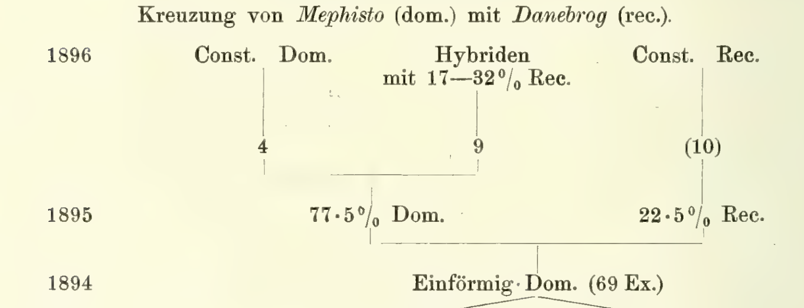
Als eine Bestätigung des Mendel'schen Gesetzes gebe ich jetzt ein Beispiel mit einer ganz anderen Pflanze und zwar mit *Papaver*

[1] Mendel, a. a. O. S. 16.

somniferum. Ich kreuzte die beiden constanten Varietäten *Mephisto* und *Danebrog,* welche sich namentlich durch die Farbe der vier grossen Herzflecken am Grunde der Blumenblätter unterscheiden. Diese sind bei *Mephisto* schwarz, bei *Danebrog* weiss. Der letztere Name bezieht sich eben auf dieses weisse Kreuz auf rothem Grunde, welches an das dänische Feldzeichen erinnert.[1] Andere Differenzpunkte, wie die Höhe der Stengel und die Farbe des Laubes, sollen im Folgenden nicht berücksichtigt werden. Die erwähnte Blüthenfarbe ist in beiden Varietäten scharf geschieden und zeigte auch in den Bastarden keine Uebergänge, welche die Grenze undeutlich, und somit die Ergebnisse der Zählungen unsicher machen könnten. Ich gebe zunächst eine Uebersicht des Versuches in der Form eines Stammbaumes.

Papaver somniferum.

Kreuzung von *Mephisto* (dom.) mit *Danebrog* (rec.).



Die erste Generation war somit einförmig und mit dunklen Herzflecken, in der zweiten traten, dem Gesetze Mendel's entsprechend, die *Danebrog*-Typen wiederum auf, und zwar in etwa einem Viertel der Individuen. Diese zeigten sich nach Aussaat ihrer Samen als constant. Von den Hybriden mit dem dominirenden Typus wurden 13 mit ihrem eigenen Blüthenstaub befruchtet, und ein Drittel von diesen (4 Ex.) zeigte sich als constant, während zwei Drittel sich in ihren Nachkommen in derselben Weise spalteten wie die ganze vorherige Generation.

Zu den Einzelheiten des Versuches übergehend, habe ich zunächst die Kreuzung zu besprechen. Beide Rassen sind alte Handelsvarietäten und bei reiner Cultur völlig constant, wie mich vieljährige Aussaaten lehrten. Sie werden auch von Moll in seiner Monographie

---

[1] Vilmorin's *illustrirte Blumengärtnerei.* 3. Aufl. 1896. S. 60, woselbst das *Danebrog* auch abgebildet ist.

der cultivirten *Papaver*-Rassen erwähnt.[1] Der Freundlichkeit des Herrn Prof. J. W. Moll in Groningen verdanke ich die Zusendung einiger noch nicht geöffneter Blüthenknospen des *Danebrogs*, mit denen ich im Juli 1893 einige castrirte Blüthen des *Mephisto* befruchtete. Letztere Rasse hatte ich damals bereits seit mehreren Jahren in Cultur. Ich säte im Jahre 1894 nur von einer gekreuzten Frucht aus, und hatte aus deren Samen ein Beet von 69 Pflanzen, welche ausnahmslos mit dunklen Herzflecken blühten und auch sonst die Farbe und die Tracht des *Mephisto* hatten. Unter ihnen wurden einige in Pergaminbeuteln mit dem eigenen Blüthenstaub befruchtet, und von diesen wählte ich wiederum die zwei besten Pflanzen als Samenträger für die Aussaat von 1895 aus. Die zwei Beete trugen 111 und 90 blühende Pflanzen, von denen 18 und 25 *Danebrog* waren, während die übrigen die dunklen Herzflecken des *Mephisto* hatten. Also 16 und 28, im Mittel 22·5 $^0/_0$ mit dem recessiven und 77·5 $^0/_0$ mit dem dominirenden Merkmal, wie ja zu erwarten war.

Auf diesen Beeten befruchtete ich einige Pflanzen in Pergaminbeuteln mit ihrem eigenen Blüthenstaub, und zwar aus äusseren Gründen 10 *Danebrog* und 13 dominirende, und säte im Frühling 1896 die Samen jeder Mutter getrennt. Die *Danebrog*-Aussaaten trugen zusammen 1382 blühende Individuen, also pro Mutter im Mittel 138, aber wechselnd zwischen 70 und 300. Acht Mütter gaben eine völlig reine Nachkommenschaft; zwei aber gaben unter 72 und 144 Kindern je zwei Individuen mit dem dominirenden Merkmal (vermuthlich durch Fehler bei der Befruchtung). Diese Fehlerpflanzen wurden im nächsten Jahre nach reiner Selbstbefruchtung geprüft und ergaben 77 $^0/_0$ dominirende und 23 $^0/_0$ recessive Kinder.

Die Beete der Kinder der dominirenden Mütter zeigten auf den ersten Blick zwei verschiedene Typen. Die einen waren rein, die anderen gemischt. Die ersteren waren vier an der Zahl und umfassten zusammen 472 blühende Pflanzen, alle vom Typus des *Mephisto.* Die übrigen neun enthielten etwa ein Viertel *Danebrog* und drei Viertel *Mephisto,* aber mit ziemlich wechselnden Zahlen, da die Aussaaten, des verfügbaren Raumes wegen, keine sehr grossen sein konnten. Im ganzen blühten 1453 Pflanzen, von denen 1095 mit dem dominirenden und 358 mit dem recessiven Merkmal, also 75·5 und 24·5 $^0/_0$. Die Spaltung folgte also genau derselben Regel wie in der vorhergehenden Generation. Im einzelnen waren die Zahlen:

---

[1] J. W. Moll, A. Fiel et W. Pyp, *Rapport sur quelques cultures de Papavéracées.* 1894. S. 10.

Anzahl der Indiv.	% Rec.	Anzahl der Indiv.	% Rec.
181	17	125	25
93	19	267	25
97	20	131	27
177	20	292	32
90	21		

Die *Danebrogs* aus diesem Versuche ergaben sich noch durch vier weitere Generationen als constant, die Hybriden verfolgte ich noch durch ein Jahr, wie wir im nächsten Paragraphen sehen werden.

Wenden wir jetzt die Zusammensetzung der dritten Generation zur Erklärung der zweiten an, so sehen wir, dass diese letztere aus 22·5 % constanter *Danebrogs* und aus 77·5 % *Mephisto*-Pflanzen bestand, dass von den letzteren aber $^1/_3$ constant und $^2/_3$ hybrid waren, indem die Hybriden dieser Generation sich genau so spalteten wie die Hybriden der vorhergehenden. Wir haben also in runden Zahlen, als Ergebniss unseres Versuches, für die zweite Generation:

25 %	50 %	25 %
Const. Dom.	Hybrid.	Const. Rec.[1]

Die reciproke Kreuzung zu diesem Versuche habe ich ein Jahr früher in viel kleinerem Maassstabe ausgeführt. Sie ergab im Wesentlichen dieselben Ergebnisse. Ich befruchtete im Sommer 1892 *Danebrog* mit *Mephisto*, hatte im nächsten Jahre ein Beet mit Bastarden, welche sämmtlich dunkle Herzflecken hatten, und sorgte wiederum für Selbstbefruchtung. Die zweite Generation (187 Ex.) hatte 78 % Individuen mit dunklen Herzflecken und 22 % ohne solche. Aus diesen zeigten sich zwei *Danebrogs* (mit 110 und 128 Ex.) in der dritten Generation constant, während nur eine Pflanze mit dominirendem Merkmal geprüft wurde und sich als Bastard ergab, da sie unter 140 Kindern 76 % *Mephisto* und 24 % *Danebrog* hatte.

Eine später zu erwähnende Kreuzung (1893) zwischen *Mephisto* ♂ und *Schwan* ♀ (rec.) ergab in der ersten Generation Constanz des dominirenden Merkmales, in der zweiten Spaltung (70—78 % dom.) und in der dritten aus einem dominirenden Exemplar wiederum reine *Mephisto*-Nachkommenschaft. Somit Rückkehr zum grossväterlichen Typus.

---

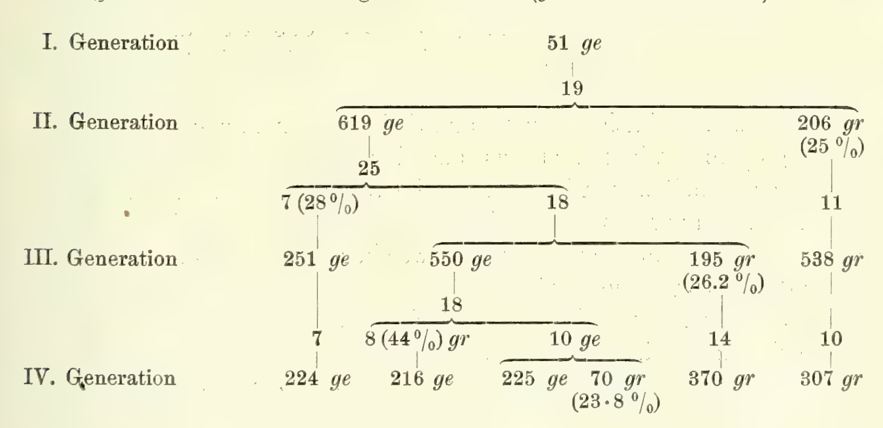
[1] Aus diesen Zahlen habe ich dann das Spaltungsgesetz zuerst abgeleitet, indem ich damals die Arbeit Mendel's noch nicht kannte. Vergl. Ber. d. d. bot. Ges. XVIII. S. 88.

Lychnis vespertina glabra × *L. vespertina.* Diesen S. 157 erwähnten Versuch habe ich im Jahre 1895 noch durch eine weitere Generation fortgesetzt. Die unbehaarten Exemplare der zweiten Bastardgeneration ergaben sich bei gegenseitiger Befruchtung als constant, wie S. 161 mitgetheilt wurde. Für die dominirenden hängt man bei der Wahl der Väter zu der Befruchtung der weiblichen Pflanze ganz vom Glück ab, indem man nicht wissen kann, ob man die dominirenden männlichen mit den dominirenden weiblichen und ebenso die Hybriden mit den Hybriden verbindet. Ich erhielt bei Aussaaten von 200—500 Keimpflanzen 15—20 % mit dem recessiven und 80—85 % mit dem dominirenden Charakter, hatte also wohl vorwiegend Hybriden für die Befruchtung ausgewählt.

Sehr schöne Versuche über den Verlauf der Spaltungen in den aufeinander folgenden Generationen giebt Correns für Erbsen. Sie bestätigen die von Mendel gefundenen Gesetze durchaus. Ich führe die folgenden an:[1]

I

Bastard zwischen der grünen späten Erfurter Folgererbse mit grünem Keim (*gr* in der Tabelle und recessiv) und der purpurviolettschotigen Kneifelerbse mit gelbem Keim (*ge* und dominirend).

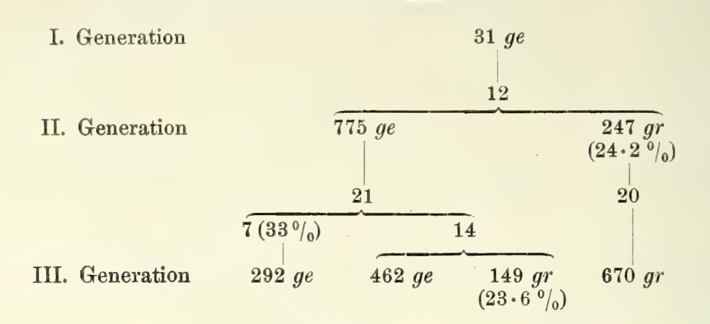


II

Bastard zwischen der grünen späten Erfurter Folgererbse mit grünem Keim (recessiv *gr*) und der Bohnenerbse mit gelbem Keim (dominirend *ge*).

---

[1] C. Correns, *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. S. 162—163.



§ 9. Die späteren Generationen der Monohybriden.

Die Nachkommen der constant gewordenen Typen der dritten Generation bleiben, so weit die Erfahrung reicht, in allen weiteren Generationen constant, während die Hybriden sich in jeder Generation nach demselben Gesetze zu spalten fortfahren. Mendel hat seine Erbsenculturen durch 4—6 Generationen fortgesetzt, ohne eine Abweichung zu beobachten, und auch die Untersuchungen von Correns sowie die meinigen stimmen durchaus mit dieser Erfahrung überein. Auch die ältere Literatur enthält manche Thatsache, welche offenbar zu dieser Gruppe gehört. So fand z. B. bereits Gärtner (a. a. O. S. 303, 317 u. s. w.), dass die Farbe der Blüthen, wenn sie in der zweiten Bastardgeneration Spaltungen zeigt, in den folgenden Generationen sehr oft wieder constant wird. Auch in der Landwirthschaft kommen ähnliche Erfahrungen vor, wie namentlich aus den diesbezüglichen zusammenfassenden Arbeiten von Tschermak hervorgeht.[1] Von hervorragender Wichtigkeit aber sind in dieser Beziehung die bereits mehrfach citirten Untersuchungen Rimpau's, welcher seine Kreuzungsprodukte zwischen verschiedenen Getreidesorten in der Regel durch eine Anzahl von Generationen verfolgt hat. Doch werde ich diese im Einzelnen erst bei den Polyhybriden besprechen.

Papaver somniferum Mephisto × *Danebrog.* Von dem im vorigen Paragraphen beschriebenen Versuch habe ich auch die vierte Generation cultivirt. Ich musste dazu zunächst im Jahre 1897 die dritte wiederholen, da ich im vorigen Jahre keine künstlichen Befruchtungen gemacht hatte. Ich wählte Samen einer Mutter von 1895, welche im

[1] Erich Tschermak, *Ueber Veredelung und Neuzüchtung landwirthschaftlicher und gärtnerischer Gewächse.* Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 71, 1898 und *Ueber Züchtung neuer Getreiderassen mittelst künstlicher Kreuzung.* Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich. 1901.

Sommer 1896 sich genau nach dem MENDEL'schen Gesetze gespaltet und somit 25 % *Danebrog* hervorgebracht hatte, und befruchtete nur Exemplare mit dominirendem Merkmal. Diejenigen mit dem recessiven haben sich in einem anderen Zweige des Hauptversuches als constant erwiesen. Die durch künstliche Selbstbefruchtung gewonnenen Samen wurden von acht Pflanzen getrennt ausgesät, es zeigten sich darunter fünf in ihrer Nachkommenschaft constant, während drei sich spalteten. Die fünf ersteren Beete umfassten zusammen 472 blühende Pflanzen, die letzteren 90, 88 und 83, von denen die beiden ersteren 19 und 22 % *Danebrog* enthielten. Auf dem dritten Beete wurde das Verhältniss nicht näher ermittelt.

Trotz des geringen Umfanges und dem aus diesem Grunde ziemlich abweichenden Zahlenergebnisse beweist dieser Versuch doch, dass die Spaltung in der vierten Generation im Wesentlichen in derselben Weise verläuft wie in der dritten.

Manche Erfahrungen lehren, dass die Spaltungen sich im Laufe der Jahre immer wiederholen können. So giebt es z. B. blaue Sorten des Leins, welche alljährlich einige wenige (etwa 1 %) weiss blühende Pflanzen enthalten. Isolirt man diese, so zeigen sie sich in ihren Nachkommen constant; isoliert man aber die blauen, so giebt es darunter einige sich nach dem MENDEL'schen Gesetze spaltende Bastarde, während die meisten eine rein blaue Nachkommenschaft geben, wie mich Versuche in den Jahren 1895—1897 lehrten.

Der Umstand, dass die Bastarde häufig von der Mutterart mit dem dominirenden Merkmale äusserlich nicht unterschieden werden können, ist in den Gärtnereien sehr oft äusserst unbequem. Denn während die Varietäten mit recessivem Merkmale jeden zufällig beigemischten Bastard sofort erkennen lassen, und man solche somit alljährlich beim Anfang der Blüthe ausrotten kann, so ist solches bei Formen mit dominirendem Charakter selbstverständlich meist unmöglich. Hier muss man sich darauf beschränken, die recessiven Kinder der etwaigen Bastarde auszuschalten, die Bastarde selbst erkennt man nicht; ihre Samen gelangen somit in die Ernte, und bringen aus dieser theils neue Bastarde, theils andersfarbige Individuen hervor. Auf reine Samenproben kann man somit nicht rechnen, wie wir des Näheren in einem späteren Kapitel sehen werden.

Auf der anderen Seite lehrt diese Thatsache, dass die Spaltungen sich unter diesen Umständen alljährlich fortsetzen. Ich habe diese Erfahrung in einer Cultur einer Unkrautpflanze wiederholt, und zwar in geringerem Umfange, um den Spaltungsvorgang um so klarer zu zeigen. Ich benutzte dazu:

Solanum nigrum × *chlorocarpum* (Fig. 22, vergl. oben S. 155). Von letzterer Art fand ich im Jahre 1888 ein Exemplar, welches theilweise von schwarzbeerigen Individuen befruchtet worden war, und mit dessen Samen ich meine Cultur anfing. Ich gebe zunächst eine Uebersicht in der Form eines Stammbaumes (S. 171).

Zu den Einzelheiten des Versuches übergehend, bemerke ich zunächst, dass nach meiner Erfahrung *Solanum nigrum* sich selbst ohne Hülfe befruchtet, und von Insecten nur sehr wenig besucht wird.[1] Auf gemischten Beeten von *S. nigrum* und *S. chlorocarpum* kommen also bisweilen Kreuzungen vor, welche aber keinen tiefgreifenden Einfluss auf die Ernte haben. Bis 1893 habe ich meine Pflanzen frei von den Insecten besuchen lassen; in diesem und dem folgenden Jahre habe ich sie aber einzeln während der Blüthe mit Pergaminbeuteln umhüllt; da es mir darauf ankam, am Schlusse des achtjährigen Versuches den Nachweis zu liefern, dass die Nachkommen der ursprünglichen Kreuzung noch demselben Spaltungsgesetze folgen.



Fig. 22. *Solanum nigrum chlorocarpum*, die Varietät des schwarzen Nachtschattens mit gelblich grünen Beeren. Ganze Pflanze.

Die Anfangspflanze meiner Cultur fand ich in einem Gemüsegarten als Unkraut und sammelte ihre Beeren getrennt von anderen. Aus den Samen hatte ich im Jahre 1889 nur 19 Pflanzen, von denen eine mit schwarzen Beeren, die übrigen mit grünen, im reifen Zustande. Die Samen der grünen gaben im nächsten Jahre nur wieder solche, die Samen der schwarzbeerigen Pflanze von 1889 gaben nur zwei Keimlinge, von denen der eine seine Beeren schwarz, der andere aber grün reifte (1890). Seit diesem Jahre säte ich die Pflanzen im Gewächshaus und pflanzte sie nachher im Garten aus; es gelangen dann aus gleich grossen Samenproben weit mehr Samen zur Entwickelung.

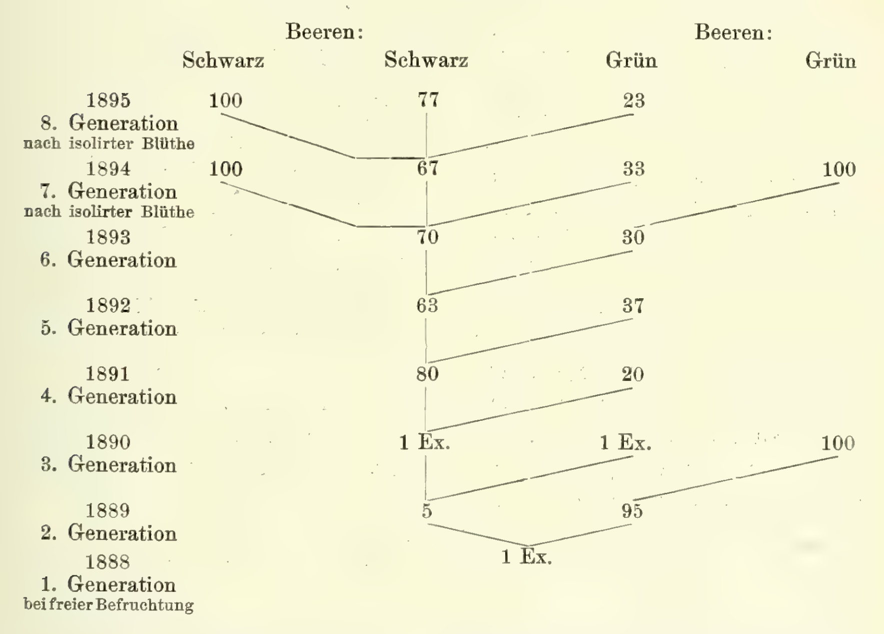
Während einiger Jahre säte ich nur Samen aus schwarzen Beeren,

[1] Vergl. Hermann Müller, *Die Befruchtung der Blumen.* S. 275.

und erhielt alljährlich etwa ein Viertel Pflanzen mit grünen reifen Früchten. Im Sommer 1891 waren 24 Exemplare schwarz und 6 grün, im Jahre 1892 24 schwarz und 14 grün; im folgenden Jahre 12 schwarz und 5 grün. Im Jahre 1894 säte ich Samen von in Pergaminbeuteln der Selbstbefruchtung überlassenen Blüthen, und zwar jetzt von jedem Samenträger auf einem besonderen Beet. Zwei grünbeerige Mütter gaben 75 bezw. 13 Kinder, welche ihre Früchte reiften und dabei ausnahmslos die grüne Farbe behielten. Die Nach-

Solanum nigrum × chlorocarpum.

Zusammensetzung der einzelnen Generationen in Procenten.



kommen der Hybriden mit dem recessiven Merkmal ergaben sich somit in diesem Versuche als constant. Von drei schwarzbeerigen Pflanzen zeigten sich zwei gleichfalls constant, indem 169 bezw. 171 Kinder Beeren reiften, welche ausnahmslos schwarz waren. Die dritte ergab sich als Hybride, von ihren 18 Kindern reiften 6 die Beeren grün und 12 schwarz, oder 33 bezw. 67 %.

Im Frühling 1895 setzte ich die Cultur fort, indem ich nur Samen der letztgenannten, also gespaltenen Cultur aussäte, und zwar nur von schwarzen Beeren und für jede Mutter besonders. Ein Theil dieser Pflanzen gab eine rein schwarzbeerige Nachkommenschaft

(193 Exemplare), ein anderer Theil spaltete sich und zwar erhielt ich 935 fruchtreife Individuen, von denen 720 schwarze und 215 grüne Beeren trugen. Also 77 bezw. 23 %, oder Zahlen, welche dem Mendel'schen Gesetze entsprechen. Dass die früheren Zahlen mehr oder weniger stark abweichen, ist theilweise dem geringen Umfange der Culturen, theilweise der freien Blüthe zuzuschreiben.

Hauptsache ist aber, dass am Schlusse der acht Versuchsjahre, nach Herstellung der erforderlichen Bedingungen, die Gültigkeit des Mendel'schen Gesetzes noch nachgewiesen werden kann.

§ 10. Die Ei- und Samenzellen der Monohybriden.

Im Bastard liegen die beiden antagonistischen Eigenschaften als Anlagen neben einander. Im vegetativen Leben wird gewöhnlich nur die dominirende sichtbar, sei es auch mehr oder weniger abgeschwächt durch die recessive. Selten trennen sie sich in jener Periode, es entstehen dann die sogenannten partiellen Variationen, in denen in einem Theil einer Blüthe, auf einer Seite einer Frucht oder einer ganzen Traube, oder auf einem Zweige die recessiven Merkmale, die sonst am Bastard latent sind, mit Ausschluss der dominirenden sichtbar werden. So bildet z. B. in meinen Culturen *Veronica longifolia* (blau) × *V. longifolia alba* bisweilen Trauben, welche auf der einen Seite weisse, auf der anderen aber blaue Blüthen tragen.

Bei der Fortpflanzung aber trennen sich stets die bis dahin verbundenen antagonistischen Merkmale. In einem Theil der Nachkommen treten sie, wie wir gesehen haben, jedes für sich und rein auf, in einem anderen Theile derart gemischt, dass sie sich in späteren Generationen wiederum trennen können.

„Tous ces faits vont s'expliquer naturellement par la disjonction des deux essences spécifiques dans le pollen et les ovules de l'hybride" sagt Naudin[1] in seiner berühmten Abhandlung über die Bastardirung bei den Pflanzen, und begründet damit dieselbe Lehre, welche zu derselben Zeit auch von Mendel aufgestellt wurde. Die beiden getrennten specifischen Eigenthümlichkeiten verbinden sich bei der Befruchtung dann entweder so, dass Gleiches sich mit Gleichem vereinigt, oder so, dass die Bastardmischung dabei von Neuem entsteht. Aber während Naudin die Erklärung nur in ihren grossen Zügen angiebt, hat Mendel sie zahlenmässig ausgearbeitet und gezeigt, wie sie

[1] Ch. Naudin, *Nouvelles recherches sur l'Hybridité dans les Végétaux.* Nouv. Arch. du Muséum. 1865 (1869). S. 150, 153 und 103.

im Stande ist, auch die numerischen Verhältnisse in den verschiedenen Bastardgenerationen berechnen zu lassen.[1]

NAUDIN sprach von den essences spécifiques. Aber thatsächlich trennen sich diese nicht als solche von einander, wenigstens nicht in den von ihm studirten Beispielen und ebenso nicht in der Mehrzahl der Fälle. Es war ihm daher unmöglich, tiefer in das Wesen der Spaltungsvorgänge einzudringen. MENDEL löste diesen Species-Charakter, so weit wie möglich in seine einzelnen Componenten auf, und lehrte wie diese bestimmten Gesetzen folgen, und wie aus ihrer Verbindung die complicirteren Vorgänge sich dennoch in einfacher und klarer Weise berechnen lassen. Er stellte dabei, den Anforderungen der exacten Wissenschaft entsprechend, die einfachsten Fälle in den Vordergrund, und behandelte erst nach deren Erörterung die zusammengesetzten. Daher bilden für ihn die „Hybriden je zweier differirender Merkmale", welche wir jetzt Monohybriden nennen, den Ausgangspunkt seiner Studien (MENDEL, S. 16).

Diese Zerlegung des Art-Charakters in seine einzelnen Factoren, unsere jetzigen elementaren Eigenschaften, und der Nachweis, wie durch ihre Verbindung in einem bestimmten Falle die anscheinend regellose sogenannte Variabilität der Bastarde sich auf einfache Gesetze zurückführen lässt, ist wohl das Hauptverdienst von MENDEL's bewunderungswürdiger Arbeit. Und ist das Prinzip hier erst bewiesen, so wird seine Gültigkeit für die übrigen, complicirteren, von MENDEL nicht oder erst nachträglich studirten Eigenschaften offenbar wenigstens in hohem Grade wahrscheinlich, wie es sich denn auch bereits jetzt in mehreren, unten zu besprechenden, abweichenden Fällen bestätigt hat.

Kehren wir aber zu den Thatsachen zurück, und versuchen wir es, die beobachteten Erscheinungen aus dem Spaltungsgesetze abzuleiten.

Die Pollenkörner und Eizellen der MENDEL'schen Monohybriden sind keine Bastarde, sondern gehören rein dem einen oder dem anderen der beiden elterlichen Typen an. Wir nehmen dabei nach MENDEL's Vorgang einstweilen an, dass die Spaltung eine vollständige sei, dass keine ungespaltenen Reste übrig bleiben und dass somit

---

[1] Im Anschluss an NAUDIN's Satz und MENDEL's Berechnung kann man also das fragliche Gesetz „loi de disjonction" oder Spaltungsgesetz bezw. Spaltungsregel nennen. Vergl. *Comptes rendus,* Paris, 26. mars 1900, *Ber. d. d. bot. Ges.* XVIII. Heft 3, ferner WELDON über *MENDEL's laws,* Biometrika I, II, und CORRENS, *Bot. Centralblatt.* Bd. 84, S. 97.

die eine Hälfte der Ei- bezw. Samenzellen dem einen Elter, die andere Hälfte aber dem anderen gleich wird.

Man bekommt also bei der Bildung der Sexualzellen des Bastards:

50% Dom. + 50% Rec. Pollenkörner und
50% Dom. + 50% Rec. Eizellen.

Die Aussicht der letzteren auf Befruchtung ist offenbar für die beiden Sorten von Pollenkörnern die gleiche, und die Befruchtung wird somit die folgenden Verbindungen geben:

Eizellen.		Pollenkörner.
25% Dom.	+	25% Dom.
25% Dom.	+	25% Rec.
25% Rec.	+	25% Dom.
25% Rec.	+	25% Rec.

Die befruchteten Eizellen sind somit:

25% Dom. + 50% (Dom + Rec.) + 25% Rec.

Oder mit anderen Worten: Bei Selbstbefruchtung, sei es isolirt, sei es in Gruppen, liefern diese Bastarde in der zweiten Generation:

25% Exemplare mit der Eigenschaft des Vaters,
25% „ „ „ „ der Mutter,
50% „ welche wiederum Bastarde sind.

Wendet man hierauf den Satz an, dass die Bastarde das dominirende Merkmal tragen, so hat man für die Zusammensetzung der zweiten Generation:

75% Exemplare mit dem dominirenden Merkmal,
25% „ „ „ recessiven „

Dieses ist aber genau die Zusammensetzung wie sie von Mendel, Correns, Tschermak und Anderen erhalten wurde, und wie wir sie in der Tabelle auf S. 151 für eine Reihe von Fällen bestätigt fanden.

Die Erklärung der dritten Generation ergiebt sich in ebenso einfacher Weise. Die Bastardnachkommen mit dem recessiven Merkmal besitzen nur diese Eigenschaft; sie müssen also in allen ihren weiteren Generationen ebenso constant sein wie die elterliche Art. Dasselbe gilt offenbar von jenen anderen 25%, welche vom Vater und von der Mutter nur die dominirende Eigenschaft geerbt haben. Auch ihre Kinder und Grosskinder müssen in dieser Beziehung constant sein. Die übrigen 50% sind wiederum Bastarde, indem sie durch die Verbindung reiner Sexualzellen entstanden sind. Und daraus folgt sofort,

dass sie sich in jeder Hinsicht genau so verhalten müssen, wie die Bastarde der ersten Generation, und sich also bei der Fortpflanzung in derselben Weise spalten werden, wie diese.

In jeder Generation findet also eine neue Kreuzung statt (MENDEL, S. 30). Und es liegt kein Grund vor, weshalb dies nicht durch eine unbeschränkte Reihe von Geschlechtern in derselben Weise fortdauern könnte. MENDEL fand es für die 4.—6. Generation bei Erbsen bestätigt, und bei *Solanum nigrum* × *chlorocarpum* war die Sachlage im achten Geschlechte noch durchaus unverändert.

Ich würde nur das in den vorigen Paragraphen Gesagte wiederholen, wenn ich im Einzelnen die Uebereinstimmung des Spaltungsgesetzes mit den Erfahrungen nachweisen wollte. Abweichungen kommen nicht vor, wenn man im Auge behält, dass das Gesetz eben nur für eine bestimmte Gruppe von Monohybriden gilt.

§ 11. Die Kreuzung der Monohybriden mit ihren Eltern.

Es giebt eine einfache Methode, aus dem Spaltungsgesetze einen Versuch abzuleiten, der als ein experimenteller Beweis für seine Richtigkeit gelten kann. Diese Methode liegt in der Kreuzung der MENDEL'schen Monohybriden mit ihren Eltern. Die Eizellen bezw. Pollenkörner des Bastards enthalten zur Hälfte das dominirende, zur Hälfte das recessive Merkmal. Ihre Verbindung mit den beiden reinen Arten wird somit geben:

Fälle	A Eizellen	B Pollen	C Keimlinge	D Tracht
I.	50 % Dom.	Dom.	50 % Dom.	Dom.
	50 % Rec.	Dom.	50 % Hybr.	
II.	50 % Dom.	Rec.	50 % Hybr.	1/2 Dom.
	50 % Rec.	Rec.	50 % Rec.	1/2 Rec.
III.	Dom.	50 % Dom.	50 % Dom.	Dom.
	Dom.	50 % Rec.	50 % Hybr.	
IV.	Rec.	50 % Dom.	50 % Hybr.	1/2 Dom.
	Rec.	50 % Rec.	50 % Rec.	1/2 Rec.

Diese Uebersicht (Spalte C) lehrt, dass bei der Kreuzung eines Bastards mit einer der elterlichen Sorten stets die Hälfte der Kinder wiederum Hybriden sein wird, während die andere Hälfte das Merkmal des neuen Elters rein besitzen muss. Und in Bezug auf die äusserlich sichtbaren Kennzeichen findet man, dass bei der geschlechtlichen Ver-

bindung eines Bastards mit dem dominirenden Elter alle Kinder dasselbe Merkmal haben, und zwar das dominirende. Bei der Vereinigung mit dem recessiven Elter aber sind die Kinder zur Hälfte Bastarde mit dem dominirenden Merkmal, zur Hälfte aber reine, in ihren Nachkommen constante Individuen des recessiven Typus.

Das schönste Beispiel für diesen Versuch bildet wiederum der Mais, weil man an seinen Kolben unmittelbar das numerische Ver-

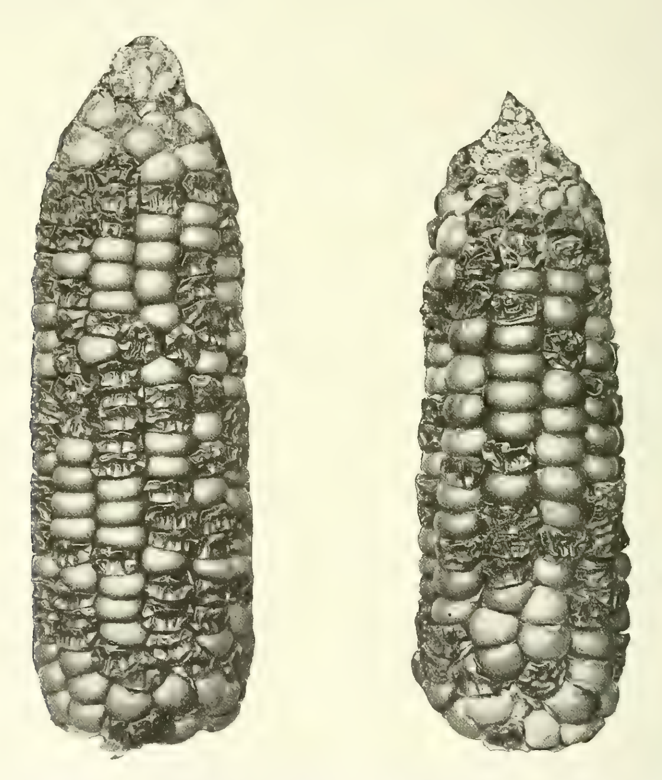


Fig. 23. *Zea Mays* × *saccharata*, befruchtet mit dem Pollen der *Z. M. saccharata*, und demzufolge zur Hälfte Zuckersamen, zur Hälfte Stärkesamen tragend.

hältnis der beiden antagonistischen Merkmale in den Samen vorzeigen kann (Fig. 23). Im Anschluss an den oben beschriebenen Versuch pflanzte ich im Sommer 1900 meine Bastarde in abwechselnden Reihen mit dem reinen Zuckermais, und schnitt von ersteren die Rispen vor der Blüthe weg. Die Bastardkolben konnten somit nur vom Zuckermais befruchtet werden. Ich zählte die Körner auf acht Kolben und fand:

Kolben.	Anzahl der Körner.	% Stärkesamen.	Kolben.	Anzahl.	% Dom.
I.	299	48	V.	280	50
II.	270	49	VI.	224	50
III.	199	50	VII.	231	52
IV.	431	50	VIII.	222	55

Im Mittel 50·5%.

In einem zweiten Versuche liess ich den Blüthenstaub der Bastarde auf Kolben des reinen Zuckermais fallen (1899). Es ergab sich, dass dadurch ebenso gut Xenien, d. h. hier also Stärkesamen entstehen, als bei der Befruchtung mit einer reinen stärkehaltigen Varietät. Somit enthält dieser Bastardpollen reine, zum Typus der Art zurückgekehrte Körner.

In ausführlicher Weise hat Correns die Kreuzung von Maisbastarden mit ihren Eltern vorgenommen. Aus seiner Tabelle führe ich die folgenden Zahlen an:[1]

	In %.			
(*Zea Mays rubra* × *dulcis*) × *dulcis*	55·8	runzelig,	44·3	glatt,
(Dieselbe Verb. 2. Gen.) × *dulcis*	49·9	„	50·1	„
(*Z. M. vulgata* × *coeruleodulcis*) × *dulcis*	51·4	„	48·6	„
„ „ „	48·4	blau,	51·6	nicht blau,
„ „ „	53·2	gelb,	46·8	weiss.

Bei Erbsen fand Tschermak das Gesetz bestätigt:

Samen gelb × grün × grün 57% gelb 43% grün.[2]

Ebenso in anderen Verbindungen. Tschermak hat ferner Blüthen der reinen Erbsensorten mit Mischlingspollen bestäubt. „Hatten erstere ein recessives Samenmerkmal, so trat stets Mischsamigkeit ein, hatten sie aber ein dominirendes Merkmal, so ändert diese Bestäubung nichts an der typischen Gleichsamigkeit mit dominirendem Merkmal.“ Von den vier, oben unterschiedenen Fällen finden sich hier also die beiden letzteren bewiesen.[3] Schliesslich hat derselbe Forscher auch den vierten Fall geprüft und bestätigt gefunden, und dadurch den Beweis allseitig und vollständig gemacht.[4]

Durch die angeführten und eine Reihe weiterer Versuche ist somit von Correns und Tschermak die Richtigkeit der oben aus dem

[1] C. Correns, *Bibl. Bot.*, a. a. O. S. 101—126 und *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. S. 165.

[2] E. Tschermak, *Künstliche Kreuzung.* S. 91. *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. S. 237.

[3] E. Tschermak, a. a. O. S. 237.

[4] Eine ausführliche Uebersicht findet man in „*Künstliche Kreuzung*“, S. 77—83.

Spaltungsgesetz abgeleiteten Folgerungen für Erbsen und Mais in jeder Richtung bewiesen, und es erübrigt nur noch, die Gültigkeit in einer Reihe weiterer Fälle zu prüfen. Ich fasse diese zunächst in einer Uebersicht zusammen.

A. Dominirend ♀ × Bastard ♂.

Linaria vulgaris × (*L. vulgaris* × *perlutescens*)	100 % Dom.	

B. Recessiv ♀ × Bastard ♂.

Papaver somnif. Danebrog × (*Schwan* × *Mephisto*)	54 % Dom.	46 % Rec.
„ „ „ × („ × „)	43 % „	57 % „

C. Bastard ♀ × Recessiv ♂.

(*Clarkia pulchella* × *alba*) × *alba*	51 % Dom.	40 % Rec.
(*Lychnis diurna* × *Preslii*) × *Preslii*	47 % „	53 % „
(*Oenothera Lam.* × *brevistylis*) × *brevistylis*	45 % „	55 % „
(*Oenothera Lam.* × *brevistylis*) × *brevistylis*	50 % „	50 % „
(*Silena Armeria* × *alba*) × *alba*	52 % „	48 % „
(*Papaver nudicaule* × *album*) × *album*	55 % „	45 % „

Die Mehrzahl dieser Versuche schloss sich an die vorher beschriebenen an. Ueber sie ist Folgendes nachzutragen:

1. *Linaria vulgaris* × (*L. vulgaris* × *perlutescens*). Im Sommer 1897 castrirte ich drei Blüthen mit safrangelbem Gaumen reiner Abstammung und befruchtete sie mit dem Pollen des oben (S. 153) beschriebenen Bastardes. Ich erhielt aus den Samen 17 blühende Pflanzen, deren Gaumen alle orangefarbig, also mit dem dominirenden Merkmal waren.

2. *Papaver somniferum Danebrog* × (*Schwan* × *Mephisto*). Unter den Kindern eines 1893 zufällig erhaltenen Bastards von *Papaver somniferum nanum album plenum Schwan* und *P. s. Mephisto* kreuzte ich im Jahre 1894 eins wiederum mit dem *Schwan* und cultivirte die Nachkommen 1895 und 1897 bei Selbstbefruchtung. Mit dem Blüthenstaub zweier solcher Bastarde mit dem *Mephisto*-Merkmal belegte ich dann im Sommer 1897 die Narben castrirter Blüthen des reinen *Danebrog*. Aus den so erhaltenen Samen gab die eine Cultur auf 105 Individuen 54 % *Mephisto* und 46 % *Danebrog*, die andere aber auf 73 blühenden Pflanzen 43 % *Mephisto* und 57 % *Danebrog*.

3. (*Clarkia pulchella* × *alba*) × *alba*. Im Sommer 1895 hatte ich eine rothblühende Bastardpflanze, welche die einzige in einem Beete der weissblühenden, constanten Varietät war. Ich erntete ihre Samen besonders, und erhielt (1896) 109 blühende Kinder. Von diesen blühten 51 % roth und 49 % weiss.

4. (*Lychnis diurna* × *Preslii*) × *Preslii*. Letztere ist die unbehaarte Form der gewöhnlichen *L. diurna*, und wurde von Sekera um das Jahr 1842 in der Nähe von Münchengrätz im wilden Zustande gefunden.[1] Sie wächst dort auch jetzt noch und wurde mir von dort durch Herrn Dr. B. Nemeč zugesandt. Sie vermehrt sich in unserem Garten durch Samen völlig rein. Im Jahre 1900 erwuchsen aus durch Tausch erhaltenen Samen theilweise reine Pflanzen von *Lychnis Preslii*, theilweise behaarte Bastarde dieser Art mit *L. diurna*. Ich pflanzte einen weiblichen Bastard und einen männlichen *Preslii* an einer isolirten Stelle neben einander, und erntete im Juni 1901 die durch letztere Pflanze befruchteten Samen des Bastardes. Sie wurden sofort ausgesät und konnten im August gezählt werden. Ich fand auf 315 Pflanzen 166 unbehaarte und 149 behaarte, oder 53 und 47 %.

5. (*Oenothera Lamarckiana* × *brevistylis*) × *brevistylis*. (Vergleiche S. 157.) Von den oben erwähnten Bastarden *Lam.* × *brevistylis* wurden im Sommer 1894 einige nach Castrirung mit dem Staub der *O. brevistylis* belegt. Aus den Samen erhielt ich im nächsten Jahre 85 blühende Pflanzen, von denen 38 die Merkmale der *Lamarckiana* hatten und 47 brevistyl waren. Also 45 % Dom. und 55 % Rec. Im Jahre 1894 befruchtete ich auch einige Bastarde mit ihrem eigenen Pollen, säte die Samen im Frühling 1897 und befruchtete einen Theil der Bastarde dieser Generation nach Castrirung mit dem Staub der *O. brevistylis*. Von vier Müttern erhielt ich 256 blühende Kinder, von denen genau die eine Hälfte lang- und die andere kurzgrifflig waren. Für jede Mutter besonders bestimmt waren die Procentzahlen der Recessiven 40, 52, 53 und 56 %.

Zum dritten Male habe ich denselben Versuch 1899 ausgeführt, und erhielt von drei Müttern 257, 167, 167 und 162 blühende Kinder, von denen 51, 52, 56 und 57 % den recessiven Charakter hatten. In solchen Versuchen kann man beim Castriren die Bastarde nicht von den constanten Dominanten unterscheiden, diese gaben aber bei der Befruchtung mit kurzgriffeligem Staub, wie zu erwarten war, nur dominirende Individuen, und waren daran also, wenn auch in etwas umständlicher Weise, zu erkennen.

6. (*Silena Armeria* × *alba*) × *alba*. Zwei roth blühende Bastarde wuchsen im Sommer 1895 in einem Beete der weissen Varietät und wurden von dieser befruchtet. Ihre Samen erntete und säte ich getrennt und hatte im Sommer 1896 331 und 963 blühende Kinder,

[1] Lotos, III, S. 133. *Oesterr. bot. Wochenblatt.* 1854. S. 197.

und zwar 47 und 49 % mit dem recessiven und 53 und 51 % mit dem dominirenden Charakter.

7. (*Papaver nudicaule* (orange × weiss) × weiss. Im Jahre 1897 stand eine weiss blühende Pflanze mitten zwischen normalen orangenen und wurde von diesen befruchtet. Unter ihren Kindern wählte ich (1898) ein orange blühendes aus, welches also ein Bastard war, castrirte es und befruchtete es in einem Pergaminbeutel mit dem Staub der weissen Varietät. Die Ernte war gering, und gab im nächsten Jahre nur 103 blühende Exemplare, von denen 57 orange und 46 weiss blühten. Also 55 % mit dem dominirenden und 45 % mit dem recessiven Merkmal.

§ 12. Die Dihybriden.

Die Bastarde, in welchen zwei differirende Merkmale, oder nach der neueren Bezeichnungsweise zwei Merkmalspaare verbunden sind, nennen wir Dihybriden.

Es ist klar, dass das Studium der Monohybriden nur die Gesetze kennen lehrt, welche das Verhalten der einzelnen Merkmale bei den Kreuzungen beherrschen. Ob die verschiedenen Eigenthümlichkeiten dabei von einander unabhängig sind, oder sich gegenseitig mehr oder weniger beeinflussen, oder vielleicht gelegentlich sich ganz verkoppelt zeigen — diese Frage kann nur an Di-Polyhybriden beantwortet werden.

Es gilt hier somit, wie Tschermak es formulirt hat, die Frage der selbstständigen Werthigkeit bezw. der einfachen Combination der Merkmale. Denn sind die Eigenschaften von einander unabhängig, so wird ihre Verbindung in den Nachkommen der Bastarde nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung geschehen müssen.

Bei der Behandlung der Dihybriden hat man somit zwei Punkte in's Auge zu fassen:

1. den Nachweis, dass jedes der Merkmalspaare für sich den Spaltungsgesetzen der Monohybriden folgt;

2. die Entscheidung, ob ihre Verbindung nach den Regeln einfacher Combination, oder unter dem Einflusse gegenseitiger Verkoppelung vor sich geht.

Ich schicke zunächst den klassischen Dihybriden-Versuch Mendel's voran.

Er befruchtete eine Erbsensorte mit gelben Cotylen und Stärkegehalt mit einer Zuckersorte mit grünen Cotylen. Nach den Monohybriden-Versuchen sind der Stärkegehalt, welcher die runde Form bedingt, sowie die gelben Cotylen dominirend, die Zuckererbse mit runzeliger oder kantiger Form, sowie die grünen Cotylen aber

recessiv. Wir deuten die beiden ersteren durch *R* und *Ge* (rund und gelb), die beiden letzteren durch *K* und *Gr* (kantig und grün) an, und erwarten, dass die Hybriden die dominirenden Merkmale *R* und *Ge* zeigen und sich in ihren Nachkommen spalten werden.

Die Bastarde hatten nun thatsächlich alle nur runde und gelbe Samen, also *R Ge*. Diese Samen gaben 15 Pflanzen, welche zusammen 556 Erbsen brachten. Die Merkmale der Cotylen sind offenbar solche der neu heranwachsenden Generation, also hier der zweiten. Von ihnen waren

			In %.
	315	*R Ge* (rund und gelb, oder Dom. + Dom.)	56·5
	108	*K Gr* (rund und grün, oder Dom. + Rec.)	19·5
	101	*K Ge* (kantig und gelb, oder Rec. + Dom.)	18·2
	32	*K Gr* (kantig und grün, oder Rec. + Rec.)	5·8
Summa	556		

Von diesen vier Gruppen war zu erwarten, dass die letztere, welche nur recessive Merkmale enthielt, sich in ihren Nachkommen constant zeigen würde. Mendel fand dieses bestätigt, indem er von den 32 Keimen 30 zur Fruchtreife erzog.

In den übrigen Gruppen war gleichfalls zu erwarten, dass die recessiven Merkmale sich nicht mehr spalten würden. Es musste aber untersucht werden, wie viele von den dominirenden in jeder Abtheilung constant, und wie viele spaltungsfähig, also wiederum hybrid sein würden. Zu diesem Zwecke wurden sämmtliche Erbsen ausgesät. Einige wenige keimten nicht, oder starben vor der Fruchtreife. Die übrigen 528 Exemplare trugen eine mehr oder weniger reiche Ernte, welche für jede Pflanze in den 4 Gruppen der zweiten Generation getrennt gesammelt und ausgezählt wurde. Die Zählungen ergaben die folgenden Resultate:

Die neuen Pflanzen trugen Samen mit:	Aus den Samen der vier Gruppen der zweiten Generation:					
A. Alle Samen unter sich gleich	*R Ge*	*R Gr*	*K Ge*	*K Gr*	Summe	In %
R Ge	38	—	—	—	38	7·2
R Gr	—	35	—	—	35	6·6
K Ge	—	—	28	—	28	5·3
K Ge	—	—	—	30	30	5·7
B. Zweierlei Samen auf jeder Pflanze						
R Ge und *R Gr*	65	—	—	—	65	12·3
K Ge und *K Gr*	—	—	67	—	67	12·7
R Ge und *K Ge*	60	—	—	—	60	11·4
R Gr und *K Gr*	—	67	—	—	67	12·7
C. Viererlei Samen auf jeder Pflanze						
R Ge + *R Gr* + *K Ge* + *K Gr*	138	—	—	—	138	26·1
	301	102	95	30	528	

Die vier ersten Zeilen beziehen sich offenbar auf constante Verbindungen, die vier folgenden umfassen Pflanzen, in denen ein Merkmal constant und das andere hybrid war, während die letzte Zeile die Individuen angiebt, in denen beide Merkmale hybrid waren. Es kommen somit alle denkbaren Combinationen vor.

Wir müssen aber noch einen Schritt weiter gehen und uns die Frage vorlegen, ob diese Combinationen auch in den Verhältniszahlen gefunden wurden, welche den für die Monohybriden entwickelten Gesetzen, und zwar unter völliger gegenseitiger Unabhängigkeit der beiden Merkmalspaare, entsprechen.

Wenden wir somit die oben dargelegte Betrachtungsweise auf diesen Fall an, so gaben die Bastarde bei der Production ihrer Sexualzellen die Merkmale *R, K, G, Gr* in gleichen Verhältnissen, und bei der Befruchtung somit *R Ge, R Gr, K Ge* und *K Gr* gleichfalls in gleichen Verhältnissen. Berechnet man daraus die möglichen Combinationen, so findet man:[1]

Berechnet	Gefunden %	Verhältniss	Sichtbare Merkmale in d. vor. Generation
1 *R Ge*	7·2	1	*R Ge* 1
1 *R Gr*	6·6	1	*R Gr* 1
1 *K Ge*	5·3	1	*K Ge* 1
1 *K Gr*	5·7	1	*K Gr* 1
2 *R Ge* + *R Gr*	12·3	2	*R Ge* 2
2 *K Ge* + *K Gr*	12·7	2	*K Ge* 2
2 *R Ge* + *K Ge*	11·4	2	*R Ge* 2
2 *R Gr* + *K Gr*	12·7	2	*R Gr* 2
4 *R Ge* + *R Gr* + *K Ge* + *K Gr*	26·1	4	*R Ge* 4

Aus dieser Zusammenfassung geht hervor, dass die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den beobachteten Verhältnissen eine genügende ist. Die beiden Merkmalspaare folgen somit den Gesetzen der Monohybriden und verhalten sich dabei von einander unabhängig.

[1] Man erhält dasselbe Resultat, wenn man die Combinationsreihe (A + 2Aa + a) (B + 2Bb + b) entwickelt, wo A = Rund, B = Gelb, a = kantig und b = Grün zu setzen ist:

AB +	Ab +	aB +	ab +	2ABb +	2aBb +	2AaB +	2Aab +	4AaBb.
1	1	1	1	2	2	2	2	4

Die Zahlen unterhalb der entwickelten Reihe sind die abgerundeten Verhältnisszahlen der obigen empirischen Tabelle, und weisen auf den ersten Blick die Uebereinstimmung nach.

In der letzten Spalte dieser Zusammenfassug habe ich rückwärts aus der dritten Generation die Zusammensetzung der zweiten berechnet, ausgehend von der Erfahrung, dass in dieser von den hybriden Merkmalspaaren nur das dominirende Merkmal sichtbar wird. Diese Spalte ergiebt somit für die zweite Generation:

Samen	Anzahl	In %	Davon constant	Davon spaltbar
Rund und gelb	9	56·25	1	8
Rund und grün	3	18·75	1	2
Kantig und gelb	3	18·75	1	2
Kantig und grün	1	6·25	1	0

Stellen wir diese Zahlen mit denen von S. 181 zusammen, so finden wir eine völlige Uebereinstimmung.

	Berechnet	Gefunden
Dom. + Dom.	56·25	56·5
Dom. + Rec.	18·75	19·5
Rec. + Dom.	18·75	18·2
Rec. + Rec.	6·25	5·8

Diese Zahlen gestatten somit eine Vergleichung in der zweiten Generation.[1] Offenbar ist diese eine weniger vollständige wie diejenige in dem dritten Geschlecht. Wo es sich nicht um Merkmale handelt, welche an den Samen sichtbar sind, sondern die Cultur der dritten Generation selbst erforderlich ist, diese aber aus äusseren Gründen in Rücksicht auf ihren grossen Umfang sich nicht ausführen lässt, wird man sich auf diese Vergleichung zu beschränken haben. Solche Versuche können aber dazu dienen, die Gültigkeit des Gesetzes auch für andere Fälle zu beweisen.

Die ausführlichen Untersuchungen von Correns und Tschermak haben für die verschiedenen Merkmale der Erbsen die Darlegungen Mendel's in sehr wichtiger Weise bestätigt und erweitert, doch würde es zu weit führen, darauf hier im Einzelnen einzugehen. Ich komme somit sofort zu den Versuchen mit anderen Arten.

Datura Tatula × *D. inermis.* Die erstere Art hat blaue Blüthen und gedornte Früchte: beide Merkmale sind dominirend; die *D. inermis*, oder *D. Stramonium inermis*, welche vielleicht mit *D. Bertolonii* Parl. oder mit *D. laevis L. f.* identisch ist, hat weisse Blumen und

[1] Vergl. ferner den Schluss dieses Paragraphen.

dornlose Früchte. Beide Typen sind von vielen Forschern gekreuzt worden; ihre Bastarde sind blaublüthig und dornfrüchtig und spalten sich in Bezug auf beide Merkmale in ihren Nachkommen; auch bemerkte NAUDIN, dass unter diesen mehr Individuen zu der *Tatula* als zu der *laevis* zurückkehren. Zahlenangaben fehlen aber.

Ich führte im Sommer 1897 die beiden einander entgegengesetzten Kreuzungen aus und cultivirte die Bastarde im nächsten Jahre. Von der Verbindung *Tatula* ♀ × *inermis* ♂ hatte ich 300 Keimpflanzen, alle mit dem dunkelvioletten Hypocotyl der Mutter. Nur 28 Exemplare liess ich blühen, sie brachten 350 Blüthen und Früchte, die ersteren blau, die letzteren ausnahmslos allseitig bedornt. Vier Früchte erntete ich, nachdem ich die Blüthen in Pergaminbeuteln mit ihrem eigenen Pollen befruchtet hatte. Die reciproke Kreuzung gab gleichfalls etwa 300 Keimlinge, von denen 35 blühten und zusammen 380 Früchte trugen. Alle hatten die dominirenden Merkmale wie im anderen Versuch.

Die dritte Generation, aus einer einzigen Frucht der zweiten, gab 272 Keimpflanzen, von denen 196 dunkelviolett und 76 blassgrün waren. Also 72 % mit dem dominirenden und 28 % mit dem recessiven Merkmal. Es starben 22 Exemplare, die übrigen gelangten zur Blüthe und zur Fruchtbildung. Von diesen trugen 182 Pflanzen Dornen und 68 kahle Früchte, oder 73 % mit dem dominirenden und 27 % mit dem recessiven Merkmal. Beide Merkmalspaare folgen also dem Monohybriden-Gesetze.

Die Verbindung war die folgende:

	Ex.	%	Berechnet
Blaue Blüthen, Früchte mit Dornen	128	51	56·25
„ „ „ ohne „	47	19	18·75
Weisse „ „ mit „	54	22	18·75
„ „ „ ohne „	21	8	6·25
Summa	250		

Die berechneten Zahlen sind die S. 183 ermittelten. Die Uebereinstimmung ist eine ausreichende, um die gegenseitige Unabhängigkeit der beiden Merkmalspaare zu beweisen.

Lychnis vespertina glabra × *L. diurna*. Die erstere Sorte ist unbehaart und weissblüthig (beides recessiv), die letztere behaart und rothblüthig. Die Kreuzung fand 1892 statt, die Bastarde sind behaart und rothblüthig. Die zweite Generation war allerdings zu wenig umfangreich, um genaue Zahlen zu ergeben, da nur 158 Exemplare blühten. Sie hatte die folgende Zusammenstellung (1894):

	Exemplare	%	Berechnet
Behaart, rothblüthig	70	44	56·25
„ weissblüthig	23	14	18·75
Unbehaart, rothblüthig	46	23	18·75
„ weissblüthig	19	12	6·25

Lychnis vespertina glabra × *diurna.* Dieselbe Kreuzung wie im vorhergehenden Versuche habe ich im Jahre 1899 ausgeführt, einerseits, um die vorwiegend ein- oder mehrjährige Lebensdauer, andererseits, um den Bau der Früchte in die Untersuchung herein zu ziehen. Da ich über den letzteren im nächsten Paragraphen berichten werde, berücksichtige ich hier nur die erstere, in Verbindung mit der Behaarung. Im Juli befruchtete ich Pflanzen meiner constanten Varietät *L. v. glabra* mit dem Pollen von *Lychnis diurna.* Im Frühling 1900 pflanzte ich aus einer grösseren Aussaat gleichförmiger Bastardkeimlinge 72 auf einem Beete aus. Sie trieben Stengel wie die Mutter, waren behaart wie der Vater und blühten den ganzen Sommer über reichlich mit rothen Blüthen. Auf ihren Kapseln bogen sich die Zähne abwärts, wie bei *L. diurna.*

Im Jahre 1901 erzog ich aus ihren Samen 552 Pflanzen, von denen 170 oder 31% den ganzen Sommer über Rosetten blieben, also das recessive Merkmal des Vaters hatten, wie eine Vergleichscultur der *L. diurna* unter denselben Umständen ausgeführt, des Weiteren zeigte. 345 Pflanzen bildeten einen Hauptstengel ohne Rosetten, wie *L. vespertina,* während 37 Exemplare sowohl Stengel als Rosetten bildeten, und also als Uebergangsstufen betrachtet werden konnten. Von allen Pflanzen waren 414 behaart und 138 oder 25% unbehaart, wie in früheren Versuchen (S. 157), und zwar in gleicher Vertheilung über die beiden ersteren Gruppen. Aus meinen Notizen finde ich für die vier möglichen Combinationen das Folgende:

	Anzahl	%	Berechnet
Behaart, mit Stengel	286	52	56·25
„ ohne „	128	23	18·75
Unbehaart, mit Stengel	96	17	18·75
„ ohne „	42	8	6·25
Summa	552		

Von *Scrophularia nodosa* hatte ich im Jahre 1898 einen Bastard zwischen der bei uns wild wachsenden Form mit breiten Blättern und grossen Blüthen und Früchten, und der Sorte mit schmalen, grob gesägten Blättern und kleinen Blüthen und Früchten, welche ich da-

mals in Cultur hatte. Aus Samen, welche ich nach isolirter Blüthe gesammelt hatte, erzog ich im Sommer 1901 etwa 150 Pflanzen, welche die Dihybriden-Spaltung deutlich zeigten, obgleich mit einem grossen Grade fluktuirender Variabilität, welche die Zählung unsicher machte. Es waren breitblätterig und grossfrüchtig 54 %, breitblätterig und kleinfrüchtig 34 %, schmalblätterig und grossfrüchtig 3 % und schmalblätterig und kleinfrüchtig 9 %. Nur die ersteren und letzteren Zahlen stimmen mit dem berechneten Werthe in genügender Weise überein.

Weitere Beispiele werden wir bei den Spaltungen der Blüthenfarben kennen lernen.

Die Erklärung dieser Versuche auf Grund der MENDEL'schen Annahme der Spaltung der elterlichen Eigenschaften bei der Bildung der Pollenkörner und Eizellen ist eine sehr einfache und wurde oben bereits für MENDEL's Versuch mit den Erbsen gegeben. Verhalten sich die beiden Merkmalspaare unabhängig von einander, so werden offenbar so viele Arten von Pollenkörnern und Eizellen entstehen müssen, als constante Combinationen der betreffenden Merkmale möglich sind.

Aus dieser Annahme lässt sich aber die Zusammensetzung der zweiten und dritten Generation ohne Weiteres berechnen. Im oben citirten MENDEL'schen Erbsenversuche fanden wir die folgende Vertheilung der differirenden Merkmale in den Pollen- und Eizellen:

R Ge *R Gr* *K Ge* *K Gr.*

Treffen männliche und weibliche Keimzellen gleichnamig zusammen, so werden offenbar die vier constanten Rassen entstehen, von denen zwei (*R Ge* und *K Gr*) mit den beiden Eltern übereinstimmen, die beiden übrigen aber andere Combinationen der Merkmale aufweisen.

Treffen männliche und weibliche Keimzellen so zusammen, dass sie in Bezug auf ein Merkmalspaar gleichnamig sind und für das andere nicht, so bilden sie Pflanzen, in denen ersteres Merkmal constant, das andere aber hybrid ist. Solcher Combinationen kann es auch wieder vier geben. Die so entstandenen Pflanzen spalten sich in ihren Samen nur in Bezug auf das hybride Merkmal.

Treffen endlich männliche und weibliche Keimzellen so zusammen, dass sie in beiden Merkmalspaaren ungleichnamig sind, so erhalten die Kinder alle vier die fraglichen Eigenschaften und sind somit in Bezug auf beide Merkmalspaare hybrid. Es ist von dieser Verbindung nur ein Fall möglich.

Durch Rechnung lässt sich nun leicht zeigen, dass man die oben S. 183 abgeleitete Combinationsreihe erhalten muss, und dass somit auch die gefundenen Zahlen zu denen stimmen, welche sich aus dem angeführten Princip ableiten lassen.

Wir geben diese Rechnung in möglichst übersichtlicher Form und nehmen an, dass die Spaltung zuerst für das eine Paar, und in jeder daraus entstandenen Gruppe in derselben Weise für das zweite Paar vorgenommen würde. Wir erhalten dann:

1. Eigenschaft:	25 % Dom.	50 % D. + R.	25 % Rec.
2. Eigensch.:	6·25 d + 12·5 dr + 6·25 r.	12·5 d + 25 dr + 12·5 r.	6·25 d + 12·5 dr + 6·25 r.

Oder:		
	D d, D r, d R, R r	je 6·25 %
	D d r, D R d, D R r, d r R	je 12·5 %
	D R d r	25 %.

Vergleicht man hiermit die Zahlen der zweiten Tabelle auf S. 181, so sieht man auf den ersten Blick die nahezu völlige Uebereinstimmung.

Ebenso kann man hieraus ableiten:

Pflanzen mit 2 dominirenden Merkmalen	56·25 %
„ „ D × r	18·75 %
„ „ d × R	18·75 %
„ „ 2 recessiven Merkmalen	6·25 %

oder die zu der Prüfung der zweiten Bastardgeneration oben benutzte Zahlenreihe.

Die Controle dieser Annahme kann nun wieder durch die Kreuzung der dihybriden Bastarde ausgeführt werden. Es kann dabei der Bastard mit dem Pollen des Vaters oder der Mutter bestäubt, oder mit dem Bastardpollen eines der beiden Stammeltern befruchtet werden. Diese vier Verbindungen sind von Mendel ausgeführt worden, und haben die erwarteten Ergebnisse geliefert.[1]

§ 13. Die Tri-Polyhybriden.

Die Bastarde, in denen drei, vier oder mehr differirende Merkmale verbunden sind, nennen wir Tri-, Tetra- oder Polyhybriden. Ihr Studium ist nur eine weitere Anwendung derselben Prinzipien, welche wir bereits bei den Dihybriden kennen gelernt haben. Es gilt dieses auch insofern, als Mendel die einschlägigen Erscheinungen auch hier durch ein klassisches Beispiel klar gelegt hat, und es sich für

[1] Mendel, a. a. O. S. 24—26. Für weitere Bestätigungen vergleiche man die Arbeiten von Correns und Tschermak.

seine Nachfolger nur darum handelt, zu untersuchen, in wie weit dieselben Gesetze für andere Fälle gelten, und namentlich, ob neben den Beispielen gegenseitiger Unabhängigkeit der Charaktere auch Fälle von Verkoppelung vorkommen. Dass letzteres thatsächlich der Fall ist, haben Tschermak für Erbsen[1] und namentlich Correns für Levkojen nachgewiesen, wie wir am Schlusse sehen werden.

Mendel's Versuch schloss sich genau dem in dem vorigen Paragraphen beschriebenen an, nur unterschieden sich die beiden zu verbindenden Rassen in einem Merkmale mehr. Als Mutter diente eine Pflanze mit Stärkegehalt, also runden Samen, mit gelben Cotylen und mit graubrauner Schale. Diese Merkmale sind alle dominirend gegenüber denen des Vaters, der eine Zuckererbse mit grünen Cotylen und weisser Samenschale war. Es wurden in erster Generation 24 Hybriden gewonnen, welche 687 Samen trugen, sämmtlich graubraun oder graugrün gefärbt, und rund oder kantig. Davon kamen 639 Pflanzen zur Fruchtbildung.

Wir bezeichnen die dominirenden Merkmale, wie früher, mit *R*, *Ge* und *B* (braun), die recessiven mit *K*, *Gr* und *W* (weiss). Die Pflanzen, welche zweierlei Samen, d. h. neben einander solche mit beiden antagonistischen Eigenschaften trugen, haben wir dort mit *R Ge* + *R Gr*, *K Ge* + *K Gr* u. s. w. angedeutet. Hier wollen wir diese Ausdrücke kürzer fassen und statt *R Ge* + *R Gr* sagen *R Ge Gr*, statt *K Ge* + *K Gr*: *K Ge Gr* u. s. w. Die dreigliederigen Formeln beziehen sich somit auf Pflanzen mit zweierlei Samen, die viergliederigen auf solche mit viererlei Samen u. s. w. Es lässt sich nun der Erfolg des Versuches in der folgenden Weise angeben:[2]

A. Exemplare mit drei constanten Merkmalen	
R Ge B	8
R Ge W	14
R Gr B	9
R Gr W	11
K Ge B	8
K Ge W	10
K Gr B	10
K Gr W	7
Mittel	9·6

B. Exemplare mit einem hybriden Merkmal	
R Ge B W	22
R Gr B W	17
K Ge B W	25
K Gr B W	20
R Ge Gr B	15
R Ge Gr W	18
K Ge Gr B	19
K Ge Gr W	24
R K Ge B	14
R K Ge W	18
R K Gr B	20
R K Gr W	16
Mittel	19

C. Exemplare mit zwei hybriden Merkmalen.	
R Ge Gr B W	45
K Ge Gr B W	36
R K Ge B W	38
R K Ge B W	40
R K Ge Gr B	49
R K Ge Gr W	48
Mittel	42·6

D. Exemplare mit drei hybriden Merkmalen.	
R K Ge Gr B W	78

[1] E. Tschermak, *Ber. d. d. bot. Ges.* XIX. S. 49 und an and. O.

[2] Mendel, a. a. O. S. 20—21.

Die Zahlen 9·6, 19, 42·6, 78 stehen offenbar in demselben Verhältniss wie 1, 2, 4, 8, wenn man die unvermeidlichen Versuchsfehler in Rechnung zieht. Diese Zahlen aber erhält man, wenn man, wie im Dihybriden-Versuch für zwei, jetzt die Reihe für drei Merkmalspaare entwickelt, indem man (A + 2Aa + a), (B + 2Bb + b), (C + 2Cc + c) berechnet. Die Coëfficienten dieser Reihe sind bekanntlich 1, 2, 4 und 8, und die Reihe umfasst genau dieselben 27 Glieder wie der MENDEL'sche Versuch, wenn man an die Stelle von A, B, C die dominirenden und von a, b, c die recessiven Merkmale stellt.

Offenbar ist die Erklärung wiederum dieselbe wie im Dihybriden-Versuch. Die drei Merkmalspaare spalten sich bei der Fortpflanzung der Bastarde unäbhängig von einander, es entstehen somit so viele Arten von Pollen- und Eizellen als constante Verbindungen möglich sind, also die acht in der ersten Spalte der Tabelle unter A aufgeführten. Werden nun Eizellen von gleichnamigen Samenzellen befruchtet, so entstehen also acht constante Rassen, werden sie von in jedem der drei Merkmale ungleichnamigen befruchtet, so entstehen Pflanzen, welche in jeder Hinsicht wiederum Hybriden sind. Ist die Ungleichnamigkeit bei der Befruchtung nur eine theilweise, so sind die Kinder in zwei Merkmalen constant und im dritten hybrid (Spalte B), oder in einem Merkmale constant und in zweien hybrid (Spalte C). In jeder Gruppe (oder Spalte der Tabelle) umfassen die einzelnen Glieder gleich viele Individuen.

Aus diesem Versuche ergeben sich die diesbezüglichen Hauptsätze MENDEL's:

I. Die Nachkommen der Tri-Polyhybriden stellen die Glieder einer Combinationsreihe vor, in welchen die Entwickelungsreihen für je zwei differirende Merkmale verbunden sind. Das Verhalten der einzelnen Merkmalspaare ist dabei von demjenigen der übrigen Merkmalspaare unabhängig.[1]

II. Constante Merkmale, welche an verschiedenen Formen einer Pflanzensippe vorkommen, können auf dem Wege der wiederholten künstlichen Befruchtung in alle Verbindungen treten, welche nach den Regeln der Combination möglich sind.[2]

---

[1] MENDEL, a. a. O. S. 22.

[2] MENDEL, a. a. O. S. 22. MENDEL benutzt hier das Wort Sippe in seiner alten, richtigen Bedeutung, während NÄGELI Sippen nennt, was für Andere Rassen, und Rassen, was bei Anderen Varietäten sind. Vergl. die Literatur über diesen Punkt bei CORRENS, *Ber. d. d. bot. Ges.* XIX. Generalvers.-Heft S. 77. Vergl. ferner den vorletzten Abschnitt dieses Bandes.

Die Mendel'sche Reihe lässt sich in sehr übersichtlicher Form darstellen, wenn wir im Anschluss an die Entwickelung für die Dihybriden auf S. 187 annehmen, dass die Spaltungen nach einander für die drei Merkmalspaare in Rechnung gebracht werden. Wir erhalten dann:

1. Eigenschaft:	25 % Dom.			50 % D. + R.		
2. Eigenschaft:	6·25 d +	12·5 d r +	6·25 r	12·5 d +	25 d r +	12·5 r
3. Eigenschaft:[1]	1·5 d'	3·1 d'	1·5 d'	3·1 d'	6·2 d'	3·1 d'
	3·1 d'r'	6·2 d'r'	3·1 d'r'	6·2 d'r'	12·5 d'r'	6·2 d'r'
	1·5 r'	3·1 d'	1·5 r'	3·1 r'	6·2 r'	3·1 r'

1. Eigenschaft:	25 % Rec.		
2. Eigenschaft:	6·25 d +	12·5 d r +	6·25 r
3. Eigenschaft:	1·5 d'	3·1 d'	1·5 d'
	3·1 d'r'	6·2 d'r'	3·1 d'r'
	1·5 r'	3·1 r'	1·5 r'.

In derselben Weise wie oben lassen sich die 27 Glieder dieser Reihe für die Beurtheilung der zweiten Generation combiniren, wenn die Art der Merkmale und der Umfang der Culturen eine Untersuchung des dritten Geschlechtes nicht zulässt. Die Bastarde jedes Paares stellt man den rein dominirenden gleich und erhält dann die folgende Reihe:

Anzahl der Individuen		Anzahl der Merkmale
D d d'	42·187 %	3 Dom.
D d r'	14·0625 „	2 Dom. + 1 Rec.
D r d'	14·0625 „	
R d d'	14·0625 „	
D r r'	4·6875 „	1 Dom. + 2 Rec.
R d r'	4·6875 „	
R r d'	4·6875 „	
R r r'	1·5625 „	3 Rec.
	100 %	

Es kommen also in der zweiten Generation der Trihybriden unter 100 Pflanzen 42 mit 3 dominirenden Merkmalen, 3 × 14 mit je 1 recessiven, 3 × 4·5 mit je 2 recessiven, und 1—2 mit 3 recessiven Merkmalen vor.

Lychnis vespertina glabra × *L. diurna* bot ein gutes Material zur Ausführung des Versuches, zumal da ich früher diese Kreuzung schon mehrere Male ausgeführt hatte. *L. diurna* ist behaart, hat rothe Blüthen und Kapseln mit zurückgeschlagenen Zähnen, alles dominirende Merkmale. *L. vespertina glabra* ist unbehaart, weissblüthig

[1] Vollständiger sind die Zahlen in dieser Gruppe: 1·5625, 3·1250, 6·2500 und 12·5.

und die Kapseln öffnen sich nur mit aufstehenden Zähnen. Die sonstigen Merkmale, in denen diese Arten differiren, wie die Breite der Blätter und die Länge der Blüthenstiele, folgen, soweit ich sehen konnte, den Mendel'schen Gesetzen nicht; in dieser Beziehung verhalten sich diese Pflanzen somit wie *Pisum*. Die Lebensdauer wurde bei den Dihybriden behandelt; hier berücksichtige ich nur die im ersten Sommer fructificirenden Pflanzen der zweiten Generation (1901), und verweise für die beiden vorhergehenden Jahre auf den vorigen Paragraphen. Die Zählungen wurden in der Weise vorgenommen, dass im Garten für jedes Exemplar die drei fraglichen Eigenschaften in eine Tabelle eingetragen wurden; nach Ablauf des Versuches wurden die einzelnen Combinationen zusammengezählt und ergaben auf 195 Pflanzen:

Zweite Bastardgeneration von *Lychnis*.

L. vespertina glabra × *diurna*.

Behaarung	Blüthenfarbe	Zähne d. Kapsel	Anzahl	%	Berechnet
Behaart	Roth	Abw.	91	47	42·2
„	„	Aufw.	15	7·5	14·1
„	Weiss	Abw.	23	12	14·1
„	„	Aufw.	17	8·5	4·7
Unbeh.	Roth	Abw.	23	12	14·1
„	„	Aufw.	9	4·5	4·7
„	Weiss	Abw.	5	2·5	4·7
„	„	Aufw.	12	6	1·6

Die Uebereinstimmung ist eine so grosse, als sich bei der gegebenen Individuenzahl nur erwarten lässt.



Fig. 24. *Lychnis vespertina glabra*, die als Mutter für den nebenstehenden Trihybriden-Kreuzungsversuch benutzte, seit etwa 1880 bekannte unbehaarte Varietät. Links eine männliche und rechts eine weibliche Pflanze.

Mit *Phaseolus vulgaris* und *Ph. nanus* hat Mendel einen Trihybriden-Versuch angestellt und in der dritten Generation namentlich die acht möglichen constanten Verbindungen erhalten. Die Merkmalspaare waren die hohe und niedrige Form, die im reifen Zustande grünen und gelben und die nach dem Reifen gewölbten und eingeschnürten Hülsen. Auch Correns hat beim Mais Rassen mit drei differirenden Merkmalen verbunden und übereinstimmende Ergebnisse erhalten.

Von hervorragender Wichtigkeit sind hier die Kreuzungen von

Getreidesorten, welche RIMPAU ausgeführt hat, und in denen er die Merkmale der einzelnen Typen mit einander zu vereinigen und zu neuen constanten Rassen auszubilden versuchte.[1] Wurden Sorten mit drei differirenden Merkmalen gekreuzt, so wurden, wie sich nach den obigen Ausführungen erwarten lässt, acht constante Verbindungen erhalten. Als Beispiel führe ich eine Vereinigung des weissen Kolbenspelzes mit dem rothen Grannenweizen an. Die Befruchtung wurde 1876 ausgeführt; die erste Bastardgeneration war ein rother Kolbenspelz und völlig gleichförmig. Die drei dominirenden Merkmale sind somit die rothe Farbe, das Fehlen der Grannen, das durch die Bezeichnung „Kolben“ angedeutet wird, und die Merkmale des Spelzes gegenüber dem Weizen.

In der zweiten Generation traten die acht möglichen Combinationen zwischen nackten und beschalten Körnern, begrannten und unbegrannten Aehren und weisser und rother Farbe alle auf mit Ausnahme des weissen Kolbenweizens, der ja, wegen seiner zwei recessiven Merkmale, nur in etwa 5 % der Individuen vorzukommen brauchte. Diese Verbindung entstand aus den anderen im nächsten Jahre, und so waren im Sommer 1879 alle vorhanden. Selbstverständlich konnten die constanten Verbindungen von den hybriden mit denselben Merkmalen nicht unterschieden werden; es wurde der Versuch gemacht, die Mischungen der dominirenden mit den durch Selection hybriden von den letzteren zu reinigen. Dieses gelang im Laufe einiger Jahre, und zwar für:

		Merkmale	
Rother	Kolbenspelz	3 Dom.	1883
Weisser	„	2 „	1880—1883
Rother	Grannenspelz	2 „	1881—1883
„	Kolbenweizen	2 „	1881—1884
„	Grannenweizen	1 „	1880—1884
Weisser	Kolbenweizen	1 „	1880—1882
„	Grannenspelz	1 „	1880—1884
„	Grannenweizen	3 Rec.	1880—1882

also im Allgemeinen um so rascher, je weniger dominirende Merkmale, und also hybride Exemplare in der gewählten Rasse vorhanden waren.

---

[1] W. RIMPAU, *Kreuzungsprodukte landw. Kulturpflanzen.* Landw. Jahrbücher. 1891. S. 10 des Sonderabdruckes und an and. O. Auf den Tafeln sind die verschiedenen Bastardrassen nebst ihren Eltern abgebildet.

In derselben Weise wurden die möglichen constanten Verbindungen in den folgenden Versuchen erhalten:

Sächsischer rother Landweizen × *Kessingland*
Rother deutscher Grannenweizen × *Kessingland*
Rivett's bearded × *Sächsischer rother Landweizen*
Rivett's bearded × *Squarehead*
Mainstay × *Squarehead*
Hordeum tetrastichum coeleste × *H. distichum compositum* u. s. w.

Wie ich im Anfang dieses Paragraphen hervorgehoben habe, sind die einzelnen differirenden Merkmale nicht nothwendiger Weise von einander unabhängig, sondern können sie gelegentlich auch verkoppelt sein. Einen sehr wichtigen Fall dieser Verkoppelung hat Correns neuerdings bei Levkoyen entdeckt.[1] Er kreuzte *Matthiola incana D C* mit *M. glabra D C* und fand, dass ebenso wie bei den Erbsen, bei *Lychnis* und bei vielen anderen Pflanzen, ein Theil der differirenden Merkmale den Mendel'schen Gesetzen folgt, ein anderer aber nicht. Bei den Bastarden der ersten Generation waren die grünen Theile grau behaart, die Samen breit geflügelt, ihre Pigmentschicht braun und die Blüthen einfach. Sie entsprechen darin ganz oder doch ganz annähernd der Form *incana*, deren Merkmale somit die dominirenden waren. In der zweiten Generation fanden Spaltungen statt, wie es sich bereits in der Farbe der Keime in den Samen zeigte. Die Zählung von 1398 Samen ergab 76·8 % blau und mittel, 23·2 % gelb, also Zahlen, welche der Mendel'schen Spaltungsregel entsprachen. Bei der Aussaat gaben nun alle blauen und mittleren Samen graubehaarte, und alle gelben Samen unbehaarte Pflanzen. Die Farbe der Keime und die Behaarung des Laubes waren also vollständig verbunden, und nicht, wie sonst, von einander unabhängig. Dasselbe galt von dem Wuchs und der Grösse, da in dieser Beziehung die behaarten Pflanzen der *M. incana*, die unbehaarten der *M. glabra* entsprachen, und soweit die Beobachtungen reichten, verhielten sich die Samen in Bezug auf die Breite des Samenflügels und die Pigmentschicht ihrer Schale ebenso.

Mit anderen Worten, es spalteten sich die Bastarde zwar nach dem Verhältnisse 1 : 3, aber so, dass die namhaft gemachten Merkmale dabei zusammen blieben. Drei Viertel der Bastarde glich der *M. incana*, indem sie blaue Keime, behaartes Laub, hohen Wuchs und breitgeflügelte Samen mit blauer Pigmentschicht hatten, ein Viertel

[1] C. Correns, *Ueber Levkojenbastarde.* Botan. Centralblatt. Bd. 84. 1900. Vergl. ferner Bateson and Saunders, *Report to the evolution Committee.* 1902. S. 32—87.

glich der *M. glabra,* indem sie in diesen Punkten die entgegengesetzten Eigenschaften zeigten. Aber die Blüthenfarbe und einige andere Eigenschaften zeigten Spaltungen, welche von jenen mehr oder weniger unabhängig waren. Abgesehen davon, darf man aus diesem Versuch folgern, dass bei der Spaltung in diesem Falle nur zweierlei Sexualkerne entstehen, die einen mit allen Anlagen für die *incana,* die anderen mit allen Anlagen für die *glabra.*

Weitere Untersuchungen werden voraussichtlich die Zahl der Fälle, in denen bei den Mendel'schen Spaltungen einige oder mehrere Merkmale verkoppelt bleiben, noch erheblich vermehren und die bis jetzt noch in Dunkel gehüllte Ursache dieser Erscheinung aufklären.

Wo aber solche Verbindungen nicht vorliegen, kann man aus den oben auseinandergesetzten Principien im Voraus die verschiedenen Möglichkeiten berechnen, indem man einfach die Entwickelungsreihe für Tetrahybriden (A + 2Aa + a), (B + 2Bb + b), (C + 2Cc + c), (D + 2Dd + d) und ebenso für die sonstigen Polyhybriden entwickelt. Man kommt dann aber bald zu sehr grossen Zahlen, indem z. B. für 7 differirende Merkmale die Entwickelungsreihe 16384 Individuen unter 2187 verschiedenen Formen enthält. Wo also nur einige Hunderte von Exemplaren untersucht werden können, entziehen sich in solchen Fällen die wahren Verhältnisse selbstverständlich der Beobachtung.

III. Anwendungen der Spaltungsgesetze.

§ 14. Die Zerlegung der Blüthenfarben.

Bereits den älteren Forschern war es bekannt, dass von allen Organen der Pflanzen die Blüthen, und von allen Eigenschaften der Blüthen die Farben in den Nachkommen der Bastarde die grösste Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit bieten (vergl. Abschn. I, § 9, S. 74). Mendel hat dieser Erscheinung besondere Aufmerksamkeit gewidmet und fand namentlich beim Bastard von *Phaseolus vulgaris* und *nanus,* dass die Blüthenfarbe sich den Gesetzen seiner monohybriden Erbsenkreuzungen nicht fügte. Die weisse recessive Farbe erschien nur einmal auf 31 Pflanzen, statt in einem Viertel der Fälle, und diese 31 Individuen entwickelten Blüthenfarben, die verschiedene Abstufungen von Purpurroth bis Blassviolett darboten.

Zur Erklärung dieses Verhaltens stellte Mendel die Vermuthung auf, dass auch diese räthselhaften Erscheinungen sich wahrscheinlich

nach dem für *Pisum* geltenden Gesetze würden erklären lassen, wenn man voraussetzen dürfte, dass die Blumen- und Samenfarbe des *Phaseolus multiflorus* aus zwei oder mehreren ganz selbstständigen Farben zusammengesetzt sei, die sich einzeln ebenso verhalten, wie jedes andere constante Merkmal der Pflanze,[1] d. h. wie jede andere dem Mendel'schen Gesetze folgende Eigenschaft. Oder kurz gesagt, die betreffenden Blüthenfarben würden sich bei Kreuzungen wie Dihybriden, Trihybriden u. s. w. verhalten, je nach dem Grade ihrer Zusammensetzung. „Auf diesem Wege," sagt Mendel am Schlusse, „würden wir die ausserordentliche Mannigfaltigkeit in der Färbung unserer Zierblumen begreifen lernen." Ich hebe diesen Satz um so lieber hervor, als für Mendel künstliche Befruchtungen von Zierpflanzen mit dem Zwecke, neue Farbenvarianten zu erzielen, den Ausgangspunkt seiner ganzen Versuchsreihe bildeten (a. a. O. S. 1), und als die Ueberzeugung von der Zusammensetzung der Artmerkmale aus elementaren Eigenschaften hier besonders klar und deutlich ausgesprochen ist.

Mendel's auf Grund dieser Ueberzeugung aufgestellte Vermuthung hat sich in meinen Versuchen durchaus bestätigt. Die Blüthenfarben sind in vielen Fällen zusammengesetzte, von zwei oder mehreren elementaren Eigenschaften bedingte, und die letzteren folgen, wenigstens oft, den von Mendel aufgefundenen Spaltungsgesetzen.

Abgesehen von den Zahlenverhältnissen, welche ich unten behandeln werde, ergiebt sich aus Mendel's Auffassung zunächst, dass durch Kreuzung so viele constante Farbvarietäten erhalten werden können, als constante Verbindungen zwischen den einzelnen Componenten des Gemisches möglich sind. Der Gartenbau kennt für zahllose Arten von Samenpflanzen diese Farbvarietäten.[2] Und obgleich es unbekannt ist, ob sie durch Kreuzung oder durch Mutation aus den ursprünglichen Formen entstanden sind, so liefern sie doch für die Zerlegbarkeit der Farben überzeugende Beweise. Dass zwischen *Papaver somniferum Mephisto* mit rothen Blumenblättern und schwarzvioletten Herzflecken und den weissen Varietäten Zwischenstufen vorkommen können, ist bekannt, und der *Danebrog* mit rothen Blüthen und weissen Herzflecken ist eine solche, völlig constante Varietät. Von

[1] Mendel, a. a. O. S. 34.

[2] Bei solchen Arten, welche vegetativ vermehrt werden, kann jede Stufe der fluktuirenden Variabilität als eigene Varietät im Handel sein. Die transgressive Variabilität erschwert gerade bei den Blüthenfarben das Studium oft sehr.

manchen rothblühenden Arten kennt man neben der *Varietas alba* auch eine *Varietas carnea* mit blassrothen, fleischfarbigen Blüthen,[1] und diese sind durchaus constant. So z. B. *Silene Armeria rosea* (Fig. 25), *Clarkia pulchella carnea* u. s. w. Dass die blaue Blüthe des *Symphytum officinale* von zwei elementaren Eigenschaften bedingt wird, deren eine, für sich allein activ auftretend, die rothe Varietät bedingt, dürfte allgemein anerkannt werden. Und ebenso verhält es sich in zahlreichen anderen Beispielen.

In den meisten Fällen sind wohl die möglichen constanten Combinationen der einzelnen Componenten bereits vorhanden, in anderen wird man sie offenbar eher auf dem Wege der Kreuzung als auf demjenigen der Mutabilität zu erhalten erwarten dürfen.



Fig. 25. *Silene Armeria rosea*, eine constante Varietät mit dunkelfleischfarbigen Blüthen, welche die Mitte zwischen der rothen Art und der *Varietas alba* hält Sie kann auch durch Kreuzung dieser beiden erhalten werden, und zwar als constante Bastardrasse.

Ich habe die Zerlegung der Blüthenfarbe ausführlich beim Löwenmaul untersucht, daneben aber eine Reihe anderer Arten in weniger umfangreichen Versuchen geprüft, um zu erfahren, ob sie sich in derselben Weise verhalten würden.

Antirrhinum majus. Die Blüthenfarbe ist hier aus mehreren Componenten zusammengesetzt, und kennt der Handel zahlreiche constante Farbvarietäten. Ich habe mich aber vorläufig auf die beiden Hauptcomponenten beschränkt und die Zerlegungen der übrigen Paare antagonistischer Merkmale zwar in meinen Versuchen beobachtet, aber nicht in Rechnung gebracht. Dazu würde es weit umfangreicherer Culturen bedurft haben. So hat z. B. der Gaumen eine gelbe Farbe, welche bleibt, wenn das Gelb sonst in der Krone verschwindet. Doch habe ich das Gelb nicht in meinen Versuch aufgenommen. Ich kreuzte die weisse und die rothe Varietät,

[1] Eine Liste von Arten mit einer *Varietas carnea* gab bereits E. Carrière, *Production et fixation des Variétés.* S. 12.

welche beide sich in meinen Culturen constant zeigten, und erhielt vier Combinationen:

„Roth“ = Röhre und Lippen roth, die Lippen dunkler.

„Fleischfarbig“ = Röhre und Lippen blassroth.

„Delila“ = Röhre blass oder weiss, Lippen ziemlich dunkelroth.

„Weiss“ = Weiss mit oft deutlichem, sehr blassrothem Anhauch.

„Fleischfarbig“ und „Delila“ sind beide im Handel bekannte und constante Varietäten.

Als Resultat meiner Versuche betrachte ich das „Roth“ als die Summe von „Fleischfarbig“ und „Delila“, und das „Weiss“ als das Fehlen beider. Diese beiden sind somit die dominirenden Eigenschaften, denen gegenüber „Weiss“ die beiden, recessiven (latenten), Eigenschaften vorstellt.

Aus der Kreuzung Weiss × Roth darf man also erwarten, dass die erste Generation roth blühen und die zweite sich in die vier obigen Typen spalten wird. Diese müssen alle vier zu constanten Bastardrassen werden können, während es ferner Bastarde geben wird, welche sich in derselben Weise spalten werden, wie in der zweiten Generation. Diese Spaltungen müssen nach den in § 8 gegebenen Regeln für die Dihybriden stattfinden (S. 180).

Wiederholen wir also die dortige Auseinandersetzung unter Anwendung auf unseren speciellen Fall und nennen wir F = Fleischfarbig, D = Delila, W und W' die beiden entsprechenden latenten Eigenschaften, so können wir die ausgeführte Kreuzung auffassen als

Weiss × Roth

$$W + W' \times F + D.$$

Die erste hybride Generation wäre somit:

$$W + W' + F + D$$

was zusammen die rothe Farbe der Bastarde bedingen würde.

Die auf S. 182 für die zweite Generation gegebene Tabelle wird dann für *Antirrhinum:*

Berechnet	Sichtbare Merkmale
1 FD	Roth
1 FW'	Fleischfarbig
1 WD	Delila
1 WW'	Weiss
2 $FD + FW'$	Roth
2 $WD + WW'$	Delila
2 $FD + WD$	Roth
2 $FW' + WW'$	Fleischfarbig
4 $FD + FW' + WD + WW'$	Roth.

Die sichtbaren Merkmale werden also folgendermaassen vertheilt sein müssen:

		In %	Constant	Spaltbar
Roth	9	56·25	1	8
Fleischfarbig	3	18·75	1	2
Delila	3	18·75	1	2
Weiss	1	6·25	1	0
Summa	16			

Nach dieser Auseinandersetzung des zu Erwartenden[1] gehe ich zu der Beschreibung meiner Versuche über. Ich bemerke dabei, dass *Antirrhinum majus* bei künstlicher Befruchtung reichlich Samen bringt, bequem zu castriren und zu kreuzen ist, und dass ich die Blüthentrauben stets in Pergaminbeuteln vor dem Besuch der Insecten schützte. Ich habe stets nur künstlich von mir selbst befruchtete Samen geerntet.

Im Sommer 1896 befruchtete ich einige Pflanzen der weissen Varietät mit der rothen, und erhielt im Jahre 1897 rothblühende Bastarde. Die Samen von zweien unter ihnen säte ich im nächsten Frühling und pflanzte die Keimlinge der beiden Gruppen auf zwei getrennte Beete aus. Die Nachkommen beider Mütter zeigten die Zerlegung der Farbe in verschiedene Componenten. Und da von diesen letzteren fast jede wieder fluctuirend variabel war, war es ein buntes Gemisch, in welchem die einzelnen Typen anfangs kaum zu kennen waren. Die Nachkommen der einen Mutter waren zu wenig zahlreich (27 Ex.) und zu verschieden für eine genaue Zählung, diejenigen der anderen gaben, trotz ihrer gleichfalls geringen Anzahl (49 Ex.), doch bessere Grenzen zwischen den Typen, und ein ziemlich befriedigendes Verhältniss.

Das Ergebniss der Zählung war:

	Gefunden	Berechnet
Roth	51 %	56·25 %
Fleischfarbig	16 „	18·75 „
Delila	31 „	18·75 „
Weiss	2 „	6·25 „

Fast alle Exemplare wurden mit ihrem eigenen Pollen befruchtet, aber nicht von allen wurde die folgende Generation erzogen. Ich theile zunächst die Zusammensetzung der Nachkommenschaft eines

[1] Vergl. auch die Berechnung, welche Mendel a. a. O. S. 35 aus seiner Hypothese ableitete.

rothen Bastards mit, von der ich 169 Exemplare während der Blüthe untersuchte:

	Gefunden	Berechnet
Roth	58 %	56·25 %
Fleischfarbig	17 „	18·75 „
Delila	20 „	18·75 „
Weiss	4 „	6·25 „

Die gefundenen Zahlen stimmen jetzt so vollständig mit den beschriebenen überein, als nur erwartet werden darf.

Ferner erzog ich von einem *Delila*-Exemplare der zweiten Generation 361 blühende Kinder, welche ausnahmslos wiederum *Delila* waren. Und ebenso von einer fleischfarbigen Pflanze 260 ausnahmslos fleischfarbige Kinder. Die beiden möglichen constanten Combinationen der Farbcomponenten können also thatsächlich durch Kreuzung als constante Rassen erhalten werden.

Mit dem Typus der *Delila* bezw. der fleischfarbigen Varietät, können aber, wie die Tabelle auf S. 197 lehrt, auch Bastarde vorkommen, welche sich bei Selbstbefruchtung in diese Farben und Weiss spalten. Ich fand solche bei der letzteren und zwar bei zwei fleischfarbigen Individuen der zweiten Generation, welche auf 489 bezw. 156 Kindern 83 bezw. 80 % fleischfarbige und 17 bezw. 20 % weisse hervorbrachten.

Die wichtigsten unter den möglichen Combinationen sind aber diejenigen, in denen eine Eigenschaft dominirend und constant ist, und die andere hybrid. Es ergeben sich hier aus unserer Tabelle zwei Fälle als möglich: 1. *Constant Fleischfarbig + Delila × Weiss*, 2. *Constant Delila + Fleischfarbig × Weiss.*

Diese Bastarde, *Fleischfarbig + Delila × Weiss* und *Delila + Fleischfarbig × Weiss,* müssen offenbar beide die Farbe *Fleischfarbig + Delila,* also roth tragen. Sie sind somit unter den rothen Nachkommen der anfänglichen Bastarde von den übrigen nicht zu unterscheiden, und nur wenn man viele solche mit ihrem eigenen Staub befruchtet, wird man auch diese Fälle auffinden. Bei ihrer Selbstbefruchtung ererben alle Kinder die constante Eigenschaft, während das hybride Merkmalspaar sich derart spalten muss, dass etwa 75 % das dominirende und 25 % das recessive Merkmal bekommen werden. In beiden Gruppen addiert sich das gespaltene zu dem constanten.

Betrachten wir jetzt beide Fälle für sich. Von einem selbstbefruchteten rothen Bastard säte ich die Samen und erzog 48 Kinder zur Blüthe; sie waren theils roth, theils fleischfarbig und boten keine weiteren Nüancen.

Die Zählung ergab:

	Gefunden	Berechnet
Roth (= Delila + fleischfarbig)	79 %	75 %
Delila (= Delila + weiss)	21 „	25 „

Es hatte sich also offenbar nur die Fleischfarbe nach dem Mendel'schen Gesetze gespalten, während die *Delila*-Zeichnung in allen Individuen constant geblieben war.

Ebenso ergab die Zählung der Kinder eines anderen rothen Bastardes, von denen 390 zur Blüthe gelangten:

	Gefunden	Berechnet
Roth (= Delila + fleischfarbig)	74 %	75 %
Fleischfarbig (= weiss + fleischfarbig)	26 „	25 „

Die Mutter war offenbar ein Bastard nach dem Typus „*Constant Fleischfarbig + Delila × Weiss*".

Im Sommer 1897 habe ich den Hauptversuch, die Kreuzung der weissen mit der rothen Varietät, wiederholt, um noch eine weitere Controle der Spaltungszahlen zu erhalten. Die Nachkommen der rothen Bastarde zeigten im Jahre 1899 die folgende Zusammensetzung auf 170 blühende Pflanzen:

	Gefunden	Berechnet
Roth	58 %	56·25 %
Fleischfarbig	11 „	18·75 „
Delila	21 „	18·75 „
Weiss	10 „	6·25 „

Also wiederum dieselbe Spaltung. Ebenso habe ich durch die Kreuzung der *Varietas alba* mit „*luteum striatum*" (roth gestreift) eine Reihe ähnlicher Spaltungen unter den Nachkommen erhalten, welche die Ergebnisse des obigen Versuches bestätigen, deren Beschreibung aber erst weiter unten gegeben werden soll.

Lehrt die hybridologische Analyse uns die Componenten einer zusammengesetzten Eigenschaft finden, die Synthese hat den endgültigen Beweis für die Richtigkeit der gefundenen Erklärung zu liefern. Ich habe deshalb im Sommer 1899 drei Exemplare des fleischfarbigen Typus castrirt und mit Delila-Blüthenstaub befruchtet. Aus ihren Samen erzog ich drei Gruppen von 124—142 und 187 Individuen zur Blüthe, zusammen also 453 Pflanzen. Diese blühten ausnahmlos roth, mit derselben dunkelrothen Farbe wie die typische Art. Damit war also die Möglichkeit bewiesen, die ursprüngliche Farbe aus ihren Componenten wieder aufzubauen.

Zugleich aber war damit ein neuer Fall von Bastardirungs-

Atavismus aufgefunden, ein Fall, der offenbar als Typus für eine lange Reihe ähnlicher Erscheinungen gelten darf. Denn kannte man die Zusammensetzung des „Roth" nicht, so würde man sagen müssen, dass durch die Kreuzung von „Fleischfarbig" und „Delila" eine Eigenschaft (Roth) aufgetreten war, welche beiden Eltern fehlte, in ihren gemeinschaftlichen Vorfahren aber sichtbar war. Es leuchtet ohne Weiteres ein, dass viele Beispiele von Atavismus bei Kreuzungen von Gartenbau-Varietäten sich in dieser Weise werden erklären lassen, während man gewiss nach diesem Princip manche andere wird auffinden können.[1]

Papaver somniferum nanum album plenum (Schwan) × *Mephisto.* Die Kreuzung führte ich im Jahre 1893 aus, indem ich die weisse Varietät befruchtete mit dem Staub des rothen durch schwarze Herzflecken auf den Blumenblättern ausgezeichneten *Mephisto.* Die Bastarde der ersten Generation, etwa 150 Individuen, hatten alle die Blütenfarbe des Vaters. Ihre Nachkommen aus drei selbstbefruchteten Kapseln von verschiedenen Individuen zeigten ausser den Farben der Eltern noch zwei neue Typen, *Danebrog* (roth mit weissen Herzflecken) und Violett (blassviolett mit schwarzen Herzflecken) und zwar in den folgenden Verhältnissen.

	1. Mutter	2. Mutter	3. Mutter	Berechnet
Anzahl blühender Exemplare	119	93	72	—
Mephisto und Violett	78 %	70 %	80 %	75 %
Danebrog	14 „	19 „	17 „	18·75 „
Weiss	8 „	11 „	3 „	6·25 „

Trotz des Umstandes, dass die Zahlen der beiden ersteren Gruppen nicht getrennt angegeben werden können, ist die Uebereinstimmung eine sehr deutliche. Blassviolett mit schwarzen Herzflecken und *Danebrog* sind somit die beiden Componenten (oder wenigstens die Hauptcomponenten) der Farbe des dunkelrothen *Mephisto.* Durch eine Kreuzung des Jahres 1897, in der *Danebrog* mit einer blassvioletten Varietät befruchtet wurde, und welche einige wenige Kinder von der Farbe des *Mephisto* lieferte, habe ich mich des weiteren von der Richtigkeit dieser Deutung überzeugt.

Betrachten wir an der Hand dieses Ergebnisses unseren Hauptversuch des § 8 S. 164. Es wurde dort *Mephisto* mit *Danebrog* gekreuzt, und der Versuch verhielt sich wie eine monohybride Bastardirung, in der *Mephisto* das dominirende, *Danebrog* das recessive Merk-

[1] Sollte dieses vielleicht sogar von *Datura ferox* × *D. Bertolonii* gelten? Vergl. oben § 5 (Atavismus) S. 43.

mal war. Ist aber *Mephisto* eine zusammengesetzte Farbe, und zwar aus *Blassviolett* und *Danebrog* aufgebaut, so ist die *Danebrog*-Eigenschaft in beiden Eltern vorhanden und betheiligt sich an der Bastardirung thatsächlich nicht. Wir haben dann nur das andere Merkmalspaar in's Auge zu fassen, und dieses war *Blassviolett* (im *Mephisto* mit *Danebrog* combinirt) und *Weiss* (im *Danebrog* als latenten Zustand der blassvioletten Farbe zu betrachten). Die ganze Kreuzung dreht sich dann um Blassviolett × Weiss; beide werden aber nur in Verbindung mit dem constanten *Danebrog*-Merkmal sichtbar und äussern sich also als *Mephisto* und als *Danebrog*. Man kann diese Analyse auch in der folgenden Weise darstellen:

Mephisto × *Danebrog*

Violett + Danebrog   Weiss + Danebrog

giebt

Violett + Weiss + Danebrog + Danebrog

Mephisto.

Aus den so erhaltenen Bastarden der ersten Generation leitet sich nun die Zusammensetzung der zweiten in der üblichen Weise ab:

Violett + Danebrog	× Violett + Danebrog			Sichtbar als *Mephisto* 75 %
„ „	× Weiss	„		
Weiss „	× Violett	„		
„ „	× Weiss	„		Sichtbar als *Danebrog* 25 %.

Wir folgern also: Bei der Kreuzung Var.: *Mephisto* × Var.: *Danebrog* bilden diese beiden Merkmale nur scheinbar ein Paar; thatsächlich gehören sie verschiedenen Paaren an, welche sind: *Blassviolett* × *Weiss* und *Danebrog* × *Danebrog*. Wo aber in den Bastarden das Blassviolett recessiv bezw. latent wird, tritt die Zeichnung *Danebrog* rein auf. Die Kreuzung ist somit wirklich eine monohybride, aber die Latenz des einen Merkmales lässt das sonst damit verbundene, constante frei werden.

Eine weitere Folgerung ist diese: Die Farbenzeichnung *Danebrog*, obgleich sie im obigen Versuch sich als recessives Merkmal verhält, ist thatsächlich eine dominirende Eigenschaft, welche in jenem Versuch durchaus constant ist. Die Kreuzung war nicht im Stande, das dunkle Roth des *Mephisto* in seine beiden Componenten zu zerlegen, dazu bedarf es einer weissen Varietät, d. h. einer, in welcher beide Faktoren latent sind. Es ergiebt sich hieraus, dass die MENDEL'schen Monohybriden-Versuche nur dann mit Gewissheit schliessen lassen, dass das anscheinend recessive Merkmal wirklich das schwächere eines Paares ist, wenn es völlig feststeht, dass das ihm gegenüberstehende

dominirende einheitlich ist. Oder mit anderen Worten: Recessives Verhalten bei Bastardirungen beweist nicht ohne Weiteres die recessive Natur eines Merkmales.

Wo positive Eigenschaften sich bei Kreuzungen recessiv verhalten, bietet dieser Satz wenigstens vorläufig einen Anhaltspunkt zur Erklärung der Ausnahme von der S. 146 gegebenen Regel. So z. B. für *Chelidonium majus* × *laciniatum* die Annahme, dass die Eigenschaft des *majus* eine zusammengesetzte sei, aus *laciniatum* und einem unbekannten, bis jetzt nicht isolirbaren Factor. Die Häufigkeit laciniater Varietäten in sehr verschiedenen Gattungen und Familien scheint gleichfalls, aber von einem anderen Gesichtspunkte aus, darauf hinzuweisen, dass sie in der Weise der sonstigen Verlust- oder Latenz-Varietäten entstanden sein dürften.

Silene Armeria (Fig. 25, S. 196). Die Blüthenfarbe des Vergissmeinnichts (*Myosotis*) ist offenbar keine einfache Eigenschaft, sondern wenigstens aus zweien zusammengesetzt, deren eine das Roth ist, welches ja beim Oeffnen der Blüthenknospen bei manchen Arten zuerst allein sichtbar wird. Nehmen wir an, dass der zweite Component dem Auge unsichtbar ist, so würde die Kreuzung mit einer weissen Varietät diesen vielleicht isoliren, aber selbstverständlich nicht zur Schau bringen können.[1]

Leider habe ich diesen Versuch nicht gemacht, und somit führe ich den Fall nur als Beispiel zur Erläuterung eines Principes an, das für die beiden jetzt zu beschreibenden Versuche wenigstens einen Anhaltspunkt zur Erklärung geben kann. Nimmt man an, dass auch eine dunkelrothe Färbung aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Componenten bestehen kann, so würde man durch die Kreuzung Roth × Weiss den ersteren isoliren, den zweiten aber mit dem Weiss zusammenwerfen.

Silene Armeria ist nun eine intensiv rothe Art, welche, wie bereits oben hervorgehoben wurde (S. 196), neben der weissen Varietät auch eine *Varietas rosea* besitzt, welche in der Mitte zwischen jenen beiden steht.

Aus einer gemischten Cultur dieser rothen Art mit der weissen Varietät erhielt ich im Jahre 1896 rothe Bastarde, welche ich möglichst isolirte und von denen ich die Samen von jedem Exemplar

[1] In den Fällen, wo es in Bezug auf die Statur hohe, mittlere und Zwergvarietäten giebt (z. B. *Antirrhinum majus*, *Papaver somniferum* u. s. w.), würden vermuthlich Kreuzungen solcher Varietäten zu ähnlichen Darlegungen und Synthesen führen können als bei den Blüthenfarben. Vergl. den ersten Abschnitt dieses Bandes S. 76.

getrennt einsammelte. Aus dieser Ernte erhielt ich sechs Beete, jedes von einer anderen Mutter. Jedes Beet trug rothe und weisse, und dazwischen auch blassrothe Pflanzen. Die Anzahl der Individuen war pro Beet 200—700, im Ganzen 2619. Die Zusammensetzung war die folgende:

	%	Mittel	Berechnet
Roth	50—63	56	56·25
Rosea	21—30	24	18·75
Weiss	14—25	20	18·75 + 6·25

Es traten also hier drei Combinationen auf, statt vier, und bei der Berechnung sind die zwei letzteren Gruppen der üblichen Zahlenreihe zusammengefügt worden.

Man könnte geneigt sein diesen Versuch so zu erklären, dass man annahm, dass die *rosea* ein Bastardtypus wäre, und dass eine monohybride Spaltung vorläge, etwa wie bei *Hyoscyamus.*[1] Ich habe deshalb die *rosea* isolirt blühen lassen, von 36 Exemplaren die Samen getrennt und daraus im nächsten Jahre die dritte Generation erzogen (1898). Ich hatte im Ganzen etwas über 5000 blühende Pflanzen, welche mit Ausnahme der Kinder einer Mutter[2] alle *rosea* waren. Dieser Typus war also wohl völlig constant.

Brunella vulgaris. Diese Art hat braunes Laub, violette Blüthen und dunkelbraune Kelchzipfel. Von ihr kommt eine weisse Varietät mit farblosen Kronen, grünen Kelchzipfeln und grünem Laube vor. Durch Kreuzung dieser beiden erhielt ich eine constante Zwischenform mit braunen Kelchen und weissen Blüthen, aber auch hier fehlte die vierte Combination, welche man hätte erwarten können.

Im August 1895 fand ich in der hiesigen Gegend, in den Dünen unweit Wyk-aan-Zee, zwei Exemplare der weissen Varietät und pflanzte sie in meinen Garten über. Sie blühten im Sommer 1896 und wurden zum Theil durch einige nicht weit entfernte Exemplare der typischen Art befruchtet. Aus den Samen ging theilweise die weisse Varietät auf, theilweise aber eine Bastardform mit violetten Blüthen, braunen Kelchen und dunklem Laube (1897). Sieben von diesen Bastarden blühten zusammen an einer isolirten Stelle, und aus ihren getrennt geernteten Samen hatte ich im Sommer 1898 sieben Beete mit je 200—400 Pflanzen. Auf jedem Beet traten die

[1] Oder sollte vielleicht auch bei *Hyoscyamus* die Blüthenfarbe aus zwei Componenten bestehen? Vergl. oben S. 162.

[2] Dem S. 198 beschriebenen Versuche entsprechend hätte man mehrere sich spaltende Mütter erwarten sollen.

drei namhaft gemachten Typen auf, und zwar in ungefähr denselben Verhältnissen. Des Raumes wegen musste ein Theil der Pflanzen schon vor der Blüthe entfernt werden; sie wurden nach der Farbe des Laubes sortirt, während die übrigen nach den Kelchen und Kronen beurtheilt werden konnten. Die sieben Beete trugen zusammen 2179 Pflanzen. Die braunlaubigen gesparten trugen alle violette Blüthen, dasselbe muss somit auch für die vor der Blüthe ausgezogenen angenommen werden. Ebenso trugen die grün belaubten alle weisse Blüthen. In Bezug auf die Kelche nehme ich an, dass diese bei den früh ausgeschalteten grünen in demselben Verhältnisse braun gewesen sein würden als bei den gesparten. Unter dieser Annahme erhalte ich für die drei Gruppen die folgenden Zahlen:

	Anzahl	%	%	Berechnet %
Braun, vor der Blüthe gezählt	856	39	57	56·25
Mit braunen Kelchen u. violetten Blüthen	382	18		
Mit braunen Kelchen u. weissen Blüthen	218	10	16	18·75
Mit grünem Laub, vor der Blüthe gezählt	360	16		
Mit grünen Kelchen u. weissen Blüthen	369	17	27	16·75 + 6·25

Dass die braunkelchigen weissblüthigen Pflanzen keine gewöhnlichen Bastarde zwischen ihren Eltern waren, ging daraus hervor, dass einige von ihnen in Bezug auf die Blüthenfarbe in ihren Nachkommen völlig constant waren. Ich erzog von ihren Kindern 1671 Ex. zur Blüthe. Nach dem dihybriden Gesetze konnten sie aber zum Theil in Bezug auf ihre Kelche Bastarde sein und sich in braunkelchige und grünkelchige spalten. Solches war denn auch der Fall. Diese 1671 Pflanzen der dritten Generation stammten von vier möglichst rein befruchteten Müttern. Eine Gruppe mit 525 Pflanzen war einförmig, alle Pflanzen hatten braune Kelche und weisse Blüthen. Hier war also die Combinationsrasse constant geworden. Die drei übrigen, mit 174, 467 und 505 Individuen lieferten 81, 88 und 85 % mit braunen Kelchen und 19, 12 und 15 % mit grünen Kelchen. Alle waren weissblüthig.

Ueberblicken wir zum Schluss das Mitgetheilte, so finden wir Mendel's Vermuthung über die Zerlegbarkeit der Blüthenfarben durchaus bestätigt.

Die mitgetheilten Versuche bilden allerdings erst einen kleinen Anfang. Aber ähnliche Zerlegungen kann man bei zahlreichen Gartenpflanzen beobachten. Auch sieht man sie bei Kreuzungen mehrfach auftreten. Sie zeigen dabei soviel Merkwürdiges, dass sie eine wichtige

Quelle neuer Entdeckungen zu werden versprechen und ohne Zweifel später einmal eine kräftige Stütze für die Lehre von den elementaren Eigenschaften werden können.

Durch die beschriebenen Thatsachen scheint es mir aber festgestellt zu sein:

1. Dass es möglich ist, Blüthenfarben durch Kreuzungen in ihre Componenten zu zerlegen.

2. Dass diese Componenten, wenigstens oft, den MENDEL'schen Gesetzen folgen.

3. Dass die ursprüngliche Farbe aus den einzelnen Factoren durch Bastardirung wieder hergestellt werden kann.

4. Dass in dieser Weise Beispiele von Atavismus künstlich erzielt werden können.

§ 15. Der dornlose Stachelginster.

Es sei mir gestattet, hier einige Betrachtungen über die praktische Bedeutung der Spaltungsgesetze der Bastarde einzuschalten und diese an einem bestimmten Beispiel zu erläutern.

Die Folgerung, welche sich für die landwirthschaftliche und gärtnerische Praxis ergiebt, ist die, dass, wenn die erste Generation nach einer Kreuzung die gewünschte Combination der Eigenschaften nicht liefert, diese dennoch, auch bei Selbstbefruchtung, in der zweiten oder in einer späteren Generation auftreten kann. Ist man mit dieser Regel nicht bekannt, so würde man leicht geneigt sein, einen Kreuzungsversuch nach der ersten Generation als misslungen zu betrachten und so den Erfolg, den man thatsächlich erhalten könnte, nicht erreichen.

Aus eigener Erfahrung kann ich den folgenden Fall mittheilen. Es galt, die *Oenothera brevistylis* aus dem Freien in meinen Garten überzubringen. Da sie fast keine Samen bildet und erst bei der Blüthe zu erkennen ist, zu einer Zeit, wo sie sich nicht gut mehr verpflanzen lässt, versuchte ich dieses durch Kreuzung zu erreichen, indem ich den Pollen der im Freien gesammelten Blumen auf die Narben castrirter Blüthen meiner Cultur von *Oenothera Lamarckiana* brachte. Diese Kreuzung machte ich zum ersten Male im Sommer 1889, daraus gingen aber nur Pflanzen mit normalen Blüthen hervor, obgleich die Saat eine sehr umfangreiche war. Ich gab dann die Cultur auf und gewann keinen Samen, da ich den Versuch als misslungen betrachtete. Erst einige Jahre später wurde es mir klar, dass ich mich geirrt

hatte, und somit wiederholte ich im Sommer 1893 die Kreuzung genau in derselben Weise, hatte im Jahre 1894 wiederum eine einförmige, normal aussehende Bastardcultur, aber aus dieser entstanden in der zweiten Generation, den mir damals bekannten Regeln der Bastardspaltungen entsprechend, etwa zu einem Viertel Individuen mit den Merkmalen der *O. brevistylis.* Und damit war die anfängliche Aufgabe, diese Form in meinen Garten überzubringen, gelöst. Zu gleicher Zeit war eine einfache Methode gewonnen worden, welche es in vielen Fällen gestatten wird, zufällig beobachtete Varietäten und Anomalien in Cultur zu bringen, wenn man davon weder Samen noch Pflanzen, aber nur einzelne Blüthen oder Blüthenknospen mitnehmen kann.

Andererseits darf man über die Constanz einer neu aufgetretenen Form nur dann ein Urtheil bilden, wenn man bei der Samengewinnung die Kreuzung ausgeschlossen hat. Manche Arten bilden mit dem Blüthenstaub des eigenen Individuums keine oder doch nur sehr wenige Samen aus. Wenn in einem solchen Falle die Neuheit zwischen der alten Sorte blüht, wird sie nur oder doch fast nur Bastardsamen tragen, und findet die Regel von der Präpotenz des phylogenetisch älteren Merkmales Anwendung, so zeigen die Bastarde die neue Eigenschaft nicht. Aus ihren Samen hat man dann aber Aussicht, die Sorte dennoch wieder zu erhalten. Solche sogenannte Atavisten werden ganz gewöhnlich von den Züchtern weggeworfen, und das mit Recht, wenn es genügende Erben giebt. Hat man aber keine oder zu wenig Erben, so könnte man aus den Samen jener sogenannten Atavisten doch noch etwa ein Viertel Erben erwarten, und es wäre offenbar schade, sie wegzuwerfen. Bei meinem Besuche der Erfurter Gärtnereien hat man mir solche misslungene Isolirungsversuche gezeigt, und leider kannte ich damals die MENDEL'schen Gesetze noch nicht.

Von besonderem Interesse dürfte die Anwendung dieser Gesetze auf den dornlosen Stachelginster sein, welcher bisweilen in den Culturen auftritt, aber allgemein für nicht-erblich gehalten wird. Diese Ansicht läuft aber den sonstigen Erfahrungen auf dem Gebiete der plötzlich auftretenden Varietäten durchaus zuwider (vergl. Bd. I, S. 463 ff.). Und deshalb scheint mir die Hoffnung gerechtfertigt, dass, wenn auch die Samen eines solchen Exemplares nur stachelige Kinder liefern würden, diese, bei isolirter Aussaat und freier Bestäubung unter sich, dennoch die stachellose Varietät reproduciren würden. Die Analogie des Mangels der Dornen mit den sonstigen, durch Verlust oder Latenz entstandenen Varietäten macht es meiner

Ansicht nach sehr wahrscheinlich, dass auch in diesem Falle die Stacheln bei Kreuzungen den MENDEL'schen Gesetzen folgen werden.

Betrachten wir zunächst die Bestäubungsverhältnisse, um nachher die landwirthschaftliche Bedeutung einer eventuellen stachellosen Rasse zu beleuchten.

Ueber die Frage, ob Individuen des *Ulex europaeus* sich selbst befruchten, d. h. mit dem eigenen Staub Samen ansetzen können,



Fig. 26. Der Stachelginster, Stechginster oder Heckensamen (*Ulex europaeus*). *A* ein blühender Ast, *B* ein junger Seitenzweig im Mai, noch ganz saftig, aber bereits mit Dornen besetzt.

liegen meines Wissens noch keine Versuche vor. Meine eigenen Culturen, welche theilweise mit grösseren Aussaaten anfingen, in der Hoffnung, vielleicht ein stachelloses Exemplar zu finden, haben noch zu keiner Entscheidung geführt. Dagegen sind die Bestäubungs-

verhältnisse von verschiedenen Forschern und namentlich gründlich von HEINSIUS studirt worden. Die Blüthen gehören zum sogenannten losspringenden Typus unter den Papilionaceen. Bei leichtem Druck, wie ihn eine Biene bei ihrem Besuch ausübt, schnellt die Blüthe auf, der Staub wird in einer kleinen Wolke gegen die Bauchfläche des Insectes geworfen und der Griffel krümmt sich rückwärts, dabei das Insect berührend und sich mit fremdem Pollen beladend, falls die Biene bereits vorher eine Blüthe besucht hatte.[1] Im Freien werden die Stachelginster sehr fleissig von Bienen und vielen anderen Insecten besucht und setzen dabei gewöhnlich reichlichen Samen an.

Ueber Bastardirungen von *Ulex europaeus* ist wenig bekannt. FOCKE citirt Zwischenformen zwischen dieser Art und dem gleichfalls stacheligen *U. nanus*, welche nach LE JOLIS hybriden Ursprungs sein sollen, und den Namen *U. Gallii* PLANCH. führen.[2]

Nach LANGETHAL wächst der Stachelginster in dem feuchten Nordwesten Deutschlands häufiger als im Nordosten und in Mitteldeutschland, aber immer bloss an einzelnen Stellen, wo ihm Boden und Feuchtigkeitszustand gerecht sind.[3] In England und in Frankreich, namentlich in den Landen von Bretagne und der Normandie wird er im Grossen cultivirt, meist bleibt er durch das alljährliche Schneiden niedrig, ich sah ihn dort aber auch mehrfach zu manneshohen Sträuchern herangewachsen. In diesen sonst unfruchtbaren Gegenden ist der Stachelginster eine von den besten Culturpflanzen; er vertritt dort die Kleearten der fruchtbaren Aecker, ja wird bisweilen geradezu die Luzerne der Bretagne genannt (LÉONCE DE LAVERGNE). Als Leguminose[4] braucht er keinen Stickstoffdünger und liefert doch ein an Stickstoff reiches Futtermittel (etwa 0.8 °/₀ N enthaltend), welches für Pferde und Schafe ausgezeichnet sein soll, namentlich im Winter, wenn andere Futtermittel mangeln. Dazu werden die grünen Zweige vom November bis Februar, d. h. bis zur Blüthezeit, abgeschnitten. Die holzigen Theile enthalten einen schädlichen Bitterstoff. Ohne

[1] H. W. HEINSIUS, *Bydrage tot de kennis der bestuiving van inlandsche bloemen door insecten.* Diss. Amsterdam. 1890. S. 41—46. Ders., *Botanisch Jaarboek Gent.* IV. 1892. S. 101—105. Pl. X. Vergl. auch W. OGLE, *Pop. Science Review.* April 1870. p. 164—165, citirt von H. MÜLLER, *Die Befruchtung der Blumen.* S. 243, und ferner J. MAC LEOD, *Over de bevruchting der bloemen in het Kempisch gedeelte van Vlaanderen.* Botanisch Jaarboek VI. 1894. S. 327.

[2] FOCKE, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 105. Vergl. über *U. Gallii* auch ENGLER und PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien.* III. S. 238.

[3] C. E. LANGETHAL, *Landwirthschaftliche Pflanzenkunde.* II. S. 164.

[4] Das Folgende nach A. GIRARD in *La Nature.* 4. aout 1900. S. 149.

Vorbereitung können auch die jungen Theile, wegen der Dornen, vom Vieh nicht gegessen werden. Sie werden zuvor zerhackt und zerquetscht. Man zerlegt sie in Stücke von 3—5 cm und quetscht sie, bis kein einziger Dorn mehr zu erkennen ist. Auf grösseren Höfen hat man besondere Geräthe zu diesem Zweck. Diese Behandlung ist nicht nur theuer, sondern da der Brei nicht aufbewahrt werden kann, muss alles an Ort und Stelle und kurze Zeit vor dem Verbrauch geschehen, und ist ein Transporthandel in diesem Futtermittel somit ausgeschlossen. Man sät den Stachelginster zwischen Getreide, da er zum Keimen Schatten und Feuchtigkeit braucht, die Aecker liefern während 6 und bisweilen 15—20 Jahren eine lohnende Ernte, dann aber muss man von Neuem säen. Der Ertrag eines solchen, für jedes andere Gewächs sterilen Ackers steht demjenigen der besten Kleefelder nicht nach. Er würde aber noch bedeutend erhöht werden, wenn man eine Varietät ohne Dornen cultiviren könnte. Die dadurch zu erzielende Steigerung des Ertrages wird von Einigen auf ein Viertel, von Anderen sogar auf die Hälfte des ganzen Werthes der Ernte geschätzt.

Man hat daher seit nahezu einem Jahrhundert danach gestrebt, die Cultur zu verbessern, und sogenannte verbesserte Formen in den Handel gebracht.[1] Diese, sowie die ganze Zusammensetzung und Cultur des Stachelginsters sind von A. Girard[2] neulich einer gründlichen Untersuchung unterworfen worden. Er zeigte, dass gerade der grüne, dornige Theil der Pflanze die besten Nährstoffe enthält, und dass die Bemühungen, die Dornen zu vermindern, nur zu leicht dazu führen, dass auch der Nährwerth der ganzen Pflanze herabgesetzt wird.

Was man zu erreichen suchen muss, ist die Dornen stumpf zu machen und ihnen dennoch die grösstmögliche Ausbildung zu geben.[3] Solches ist offenbar kaum auf einem anderen Wege zu erreichen, als durch die zufällige Entdeckung einer Varietät ohne Dornen und die Züchtung einer neuen Rasse aus ihren Samen.

Stachelginster ohne Dornen kommen in der Normandie von Zeit zu Zeit vor. Die ältesten Nachrichten darüber verdanken wir Vilmorin,[4] und noch neulich theilte mir der Professor der Botanik in Caen, Octave Lignier,

---

[1] Die bekannteste ist die *Queue de renard* oder *Ajonc pyramidal.*

[2] A. Girard, *Recherches sur l'utilisation de l'ajonc.* Annales agronomiques. 1900. S. 1—44.

[3] l. c. S. 24.

[4] L. Lévêque de Vilmorin, *Bull. Soc. industr.* Angers, 7. juillet 1851, p. 253 und *Notices sur l'amélioration des plantes par le semis.* 2. Ed. 1886. S. 30.

mit, dass auch jetzt noch bei den Bauern einzelne solche Funde in Erinnerung sind. Aber man glaubt, dass solche Abweichungen nicht samenbeständig sind, und schreibt ihnen also nur einen ganz untergeordneten Werth zu. Diese Meinung beruht auf den Untersuchungen von TROCHU, welche um die Mitte des vorigen Jahrhunderts gemacht wurden, zu einer Zeit also, da man von der Möglichkeit der Kreuzungen und von ihren Folgen noch keine richtige Vorstellung hatte. VILMORIN theilt darüber das Folgende mit, und zwar unter dem Titel: „Note sur un projet d'expérience ayant pour but de créer une variété d'ajonc sans épines". TROCHU fand in seinen Culturen von *Ulex europaeus* im Jahre 1846 fünf oder sechs Exemplare ohne Dornen, zwischen vielen Tausenden von Individuen des gewöhnlichen Typus. Sie konnten dem Vieh ohne jegliche Vorbereitung verfüttert werden. Die Pflanzen waren ebenso stark wie die übrigen, aber die Zweige weniger holzig, mehr krautig und saftig. Die Samen dieser Pflanzen gaben aber stets nur gewöhnliche Stachelginster,[1] und die neue Form wurde daher behandelt als eine „monstruosité de quelques plants, qui leur était particulière". Jetzt aber wissen wir, dass auch Monstrositäten, wenn auch oft in geringem Grade, erblich sind, dass aber der Mangel der Dornen kaum als eine solche Monstrosität betrachtet werden darf.

Ein endgültiges Urtheil lassen die kurzen Mittheilungen von TROCHU, in Hinsicht auf die damaligen geringen Kenntnisse über die zu nehmenden Vorsichtsmaassregeln, meiner Ansicht nach nicht zu. Es scheint mir viel wahrscheinlicher, dass er trotz seiner Sorgen dennoch nur gekreuzte Samen bekommen habe, und dass die daraus aufgegangenen Pflanzen Bastarde mit dem phylogenetisch älteren Merkmal, also mit Dornen waren. Hätte er diese im Grossen cultivirt und ihre Samen ausgesät, so hätte er wahrscheinlich auch ohne Isolirung die dornlose Varietät wiederbekommen, und zwar in einer fast beliebigen Anzahl von Exemplaren.

Jedenfalls scheint mir die Sache von so hervorragender Wichtigkeit, dass es sich lohnen muss, von Neuem nach dornlosen Exemplaren zu suchen, diese nicht zu verpflanzen, sondern ihre Samen in möglichst grossen Mengen auszusäen und zu untersuchen, ob nicht in der zweiten Generation die Varietät zurückkehren wird. Die Aussicht, den Er-

[1] TROCHU giebt an, die dornlosen Exemplare isolirt und die Samen der 2., 3. und 4. Generation gesät zu haben, was wohl nur die Samen des 2., 3. und 4. Jahres derselben Pflanzen bedeuten soll, da die ersten Aussaaten im Winter 1847 noch kein Resultat gegeben hatten, und die Angabe 1851 gemacht wurde.

trag der Ginster cultivirenden Gegenden wesentlich zu erhöhen, und andere bis jetzt unfruchtbare Länder durch diese Cultur fruchtbringend zu machen, dürfte es jedenfalls rechtfertigen, die Errungenschaften der neueren Wissenschaft auch auf diese Fragen anzuwenden.

IV. Kreuzungen tricotyler Rassen.

§ 16. Das Vorkommen von Tricotylen als Halbrassen und als Mittelrassen.

Wenn es sich darum handelt, die Aufgaben der elementaren Bastardlehre klarzulegen, so gehören die Kreuzungen zwischen manchen Halb- und Mittelrassen zu den einfachsten und klarsten Beispielen.[1] In beiden Rassen können, morphologisch betrachtet, völlig ähnliche Individuen vorkommen; sie unterscheiden sich nur dadurch, dass das Merkmal, welches den Differenzpunkt bildet, in der einen Rasse selten, in der anderen häufig ist. Die Lehre von den Merkmalspaaren, welche sonst so oft die Grundlage der Bastardlehre bildet, findet hier keine Anwendung. Denn jede der beiden zu kreuzenden Rassen besitzt beide antagonistische Merkmale, der Antagonismus zwischen den Rassen liegt also nicht in den äusseren Kennzeichen, sondern tiefer in ihren inneren Eigenschaften.

In dem Kapitel über latente und semilatente Eigenschaften im ersten Bande (S. 422) habe ich versucht, den Unterschied zwischen den Halbrassen und den Mittelrassen deutlich zu machen. Von einander unterscheiden sie sich nicht durch den Besitz verschiedener elementarer Eigenschaften; in dieser Hinsicht sind sie sich völlig gleich: sie haben jedesmal von diesen genau gleich viele und genau dieselben. Aber die innere Eigenschaft, welche den Differenzpunkt bildet, ist in der Halbrasse semilatent, d. h. sie äussert sich nur selten, in wenigen Individuen auf jedes Hundert oder Tausend, u. s. w. In der Mittelrasse ist sie aber activ und ebenbürtig mit derjenigen Eigenschaft, neben der sie in der Halbrasse ganz untergeordnet liegt. Beide Rassen haben somit, in Bezug auf den Differenzpunkt, eigentlich je zwei elementare Eigenschaften, welche sich aber nicht gleichzeitig in demselben Organ äussern, sondern sich gegenseitig ausschliessen.

[1] Vergl. meine vorläufige Mittheilung *Ueber tricotyle Rassen* in den Berichten d. d. bot. Ges. 1902. Bd. XX. S. 45.

In einer idealen Mittelrasse würden diese beiden antagonistischen Eigenschaften genau gleichwerthig sein, es würde somit die Hälfte der Individuen das eine, die andere Hälfte das andere Merkmal zeigen. Ob es solche ideale Rassen in der Natur auch wirklich giebt, dürfte fraglich sein; in der Regel wird wohl das eine oder das andere Merkmal mehr oder weniger leicht sich äussern als das andere. Auch würde man nur solche Fälle in Betracht ziehen dürfen, in denen weder die Lebenslage noch auch Auslese die Rasse nach der einen oder der anderen Seite beeinflusst hätte, denn für beide Factoren sind die Mittelrassen, wie wir gesehen haben, äusserst empfindlich.

Unter den mir bekannten Mittelrassen kommen die Tricotylen und Syncotylen diesem idealen Bilde am nächsten, denn sie liefern ganz gewöhnlich in reinen Aussaaten zur einen Hälfte dicotyle und zur anderen Hälfte tricotyle bezw. syncotyle Keimlinge. Unter dem Einfluss der Lebenslage und der Auslese kann dieses Verhältniss sehr leicht und sehr stark abgeändert werden, beiderseits fast bis zum Ausschluss des anderen Typus. Dabei bleibt die Mittelrasse an sich unverändert; sie kehrt weder durch Selection in die Halbrasse zurück, noch gelingt es, aus ihr eine constante, rein dreikeimblätterige Varietät zu machen.[1]

Die Kreuzung einer solchen tricotylen Mittelrasse mit der tricotylen Halbrasse derselben, oder einer systematisch nahe verwandten Art, bietet somit die Gelegenheit, das Verhalten einer Eigenschaft im semilatenten Zustande gegenüber derselben Eigenschaft im activen Zustande der Mittelrasse zu untersuchen. Der Vorgang der Kreuzung ist somit auf einen ihrer einfachsten Fälle zurückgeführt.

Aber ebenso einfach wie die Erscheinung, ebenso complicirt ist die Lösung der Aufgabe. Denn von tricotylen Rassen ist, soweit mir bekannt, in der botanischen Literatur bis jetzt niemals die Rede gewesen, die Möglichkeit einer Existenz tricotyler Mittelrassen scheint bis jetzt noch von Niemandem vermuthet worden zu sein. Es galt somit allererst, einige solche Rassen ausfindig zu machen, ihre Existenz nachzuweisen und ihre Eigenschaften zu studiren. In den Jahren 1892—1897 gelang mir dieses für etwa ein halbes Dutzend sehr verschiedener Arten, mit den meisten von ihnen habe ich dann 1896 und 1897 die betreffenden Kreuzungsversuche angefangen.

Gerne hätte ich diese Untersuchung auch über rein tricotyle und rein dicotyle Rassen ausgedehnt, d. h. über solche, deren Keimpflanzen im ersteren Fall ausnahmslos tricotyl, im letzteren ausnahmslos zweikeimblätterig wären. Aber von den ersteren habe ich bis jetzt kein

[1] Vergl. das Schema Band I, S. 424.

einziges, von den letzteren nur ein einzelnes Beispiel entdeckt, und in diesem fehlt mir die entsprechende tricotyle Mittelrasse.[1]

Ehe ich zu der eingehenden Beschreibung meiner Rassen und Culturen übergehe, scheint es mir zweckmässig, in übersichtlicher Weise zu erzählen, wie man tricotyle Keimpflanzen gewöhnlich findet, und wie man aus solchen Funden am ehesten zu den gewünschten Halb- und Mittelrassen gelangen kann.

Jedermann weiss, dass man von dicotylen Arten gelegentlich Keimpflanzen findet, welche drei Keimblätter tragen. Man braucht nur im Frühjahr im Garten unter den aufgegangenen Saaten zu suchen, um solche zu finden. Je zahlreicher die Saaten und je fleissiger man sucht, um so mehr tricotyle Pflänzchen zeigen sich. Die eine Art hat sie reichlich, die andere spärlich. Oft findet man sie schon bei Topfculturen im Gewächshaus, in mehreren Fällen habe ich aber 10000 oder 20000 Samen einer Art keimen lassen müssen, um nur ein einzelnes in dieser Richtung abweichendes Exemplar zu erhalten. Sehr zahlreiche Arten scheinen aber auf jedes Hundert oder Tausend Keimpflanzen eine oder einige Tricotylen zu bilden.

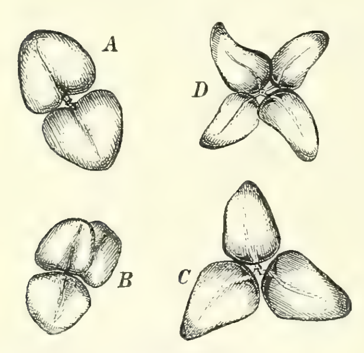


Fig. 27 *Antirrhinum majus*. *A*, *C*, *D* Keimpflanzen mit 2, 3 und 4 Cotylen, *B* mit einem tief gespaltenen Keimblatt.

Sind die Aberranten selten, so sind sie in der Regel reine Tricotylen. Treten sie aber zahlreicher auf, so zeigt sich ihr Typus variabel. Und zwar sowohl in der Minus- als in der Plus-Richtung. Wir betrachten, um uns bequem ausdrücken zu können, eine tricotyle Keimpflanze als dadurch entstanden, dass in einer zweikeimblätterigen eins der Keimblätter sich durch Spaltung verdoppelt hat, ähnlich wie solches so oft bei den Laubblättern beobachtet wird. Geringere Grade der Spaltung bilden dann die Variationen in der Minus-Richtung. Trifft aber die Spaltung die beiden Cotylen, so haben wir Variationen in der Plus-Richtung; welche bei völliger Verdoppelung zu den Tetracotylen führen (Fig. 27 *D*).

[1] Mein *Helianthus annuus syncotyleus* hat in mehr als zehn Jahren, in denen ich jährlich viele hundert, oft mehrere tausend Keimpflanzen auszählte, nie eine tricotyle Pflanze gebildet. Dagegen kommen solche bei *Helianthus annuus variegatus* und einigen anderen Sorten gelegentlich vor.

Keimpflanzen mit einem normalen und einem gespaltenen Keimblatt nennt man hemitricotyl,[1] solche mit zwei gespaltenen Samenlappen, oder mit drei Cotylen, von denen eins gespalten ist, hemitetracotyl. So kann man auch Hemipentacotylen u. s. w. finden, doch sind die Abweichungen um so seltener, je weiter sie sich vom reinen tricotylen Typus entfernen.

Sucht man alle diese Formen zusammen, so gelingt es leicht, eine continuirliche Reihe zu bilden, welche von den reinen Typen einerseits durch tiefe und weniger tiefe Spaltungen zu den Dicotylen, andererseits in derselben Weise zu den Tetracotylen und bei reichlichem Material auch wohl weiter, zu den Pentacotylen u. s. f. führt. In Fig. 28 ist für *Oenothera hirtella* eine solche Reihe abgebildet, indem überall das ungespaltene Keimblatt weggelassen wurde. Aber die dargestellten Formen sind selbstverständlich nur eine Auswahl aus einer viel vollständigeren Reihe. Denkt man sich in diesen Figuren den abgeschnittenen Samenlappen selbst als gespalten, so würde die Reihe den Uebergang von den Tricotylen zu den Tetracotylen darstellen.

Eine solche Reihe ist aber nur eine morphologische, keine physiologische oder statistische. Wünscht man eine solche zu haben, so gilt es nicht nur die Formen selbst, sondern auch die Häufigkeit ihres Vorkommens zu berücksichtigen. Und dann stellt sich erstens heraus, dass die sämmtlichen aberranten Formen neben den Dicotylen in der Regel nur wenige Procente ausmachen, ja oft noch seltener sind, wie bereits hervorgehoben. Construirt man also eine Häufigkeitscurve, so bilden die Dicotylen für sich einen hohen Gipfel, die Curve erstreckt sich von hier aus nur nach einer Seite, und ist somit eine sogenannte Halbe Curve.[2]

Aber auch die Aberranten sind unter sich nicht in gleichen Verhältnissen vertreten. Die Hemitricotylen sind viel seltener als die Tricotylen, oft erreicht die Zahl aller Hemitricotylen zusammen nicht diejenige der dreikeimblätterigen. Tiefe Spaltungen sind etwas weniger selten als untiefe, und oft beobachtet man Exemplare, welche anfangs rein tricotyl zu sein scheinen, welche aber, wenn die Stiele der Cotylen sich allmählich verlängern, später sich dennoch als tiefgespalten ergeben. So namentlich deutlich bei *Amarantus speciosus* und *Antirrhinum majus* (Fig. 27 *B*), wo oft nur ein näheres Aneinanderliegen von zwei Keimblättern andeutet, dass sie auf einem gemeinsamen

[1] *Berichte d. d. bot. Ges.* 1894. Bd. XII. S. 26.
[2] Band I, S. 428.

Stiele eingepflanzt sind. Hemitetracotylen sind sowohl in Aussaaten aus käuflichen oder sonstigen Samen, wie auch, wenn man ausgelesene Rassen berücksichtigt, stets sehr viel seltener als Tricotylen; doch scheinen einige Arten an solchen reicher zu sein als andere.

Berücksichtigt man die angegebenen Zahlenverhältnisse, so erhält man eine zweigipfelige Curve, welche, neben dem Hauptgipfel der Dicotylen, noch einen kleinen Nebengipfel auf der Ordinate der Tricotylen hat. So fand ich z. B. für *Cannabis sativa* in meiner Ernte von 1894, als der Gehalt an „Tricotylen" (d. h. an allen Aberranten dieser Reihe) etwa 10 % war, auf 800 Keimpflanzen:

	Dicotylen	Hemitric.	Tricot.	Hemitetracot. u. Tetracot.
	726	24	46	4
Oder in %:	90.8	3.0	5.7	0.5

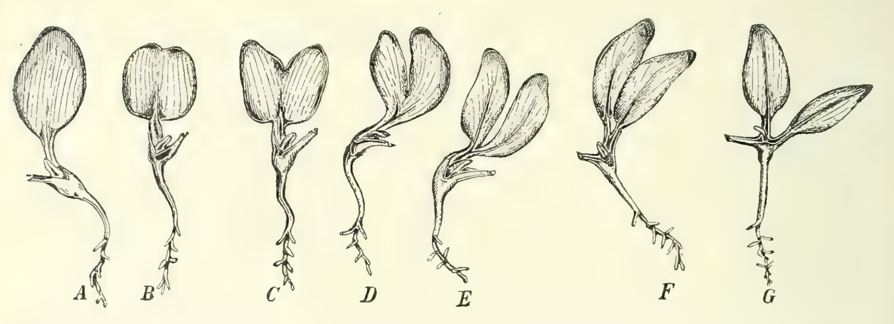


Fig. 28. *Oenothera hirtella.* Zwischenformen zwischen einer dicotylen Keimpflanze *A* und einer tricotylen *G*. Von jeder Pflanze ist ein normales Keimblatt weggelassen worden. (Cultur 1900.)

Will man für die einzelnen Grade der Spaltung verschiedene Ordinaten aufstellen, so stösst man auf die Schwierigkeit, welche die Wahl der Gruppen bildet. Diese Schwierigkeit rührt zum Theil daher, dass die Stiele der Cotylen noch lange fortfahren zu wachsen, nachdem die Keimblätter selbst bereits ihre definitive Gestalt angenommen haben. Im Allgemeinen findet man aber Verhältnisse, welche sich durch die Fig. 29 darstellen lassen. Diese Curve hat die Form, welche auch bei anderen Anomalien häufig gesehen wird.[1]

Während die Dicotylie sich als ein nicht variirendes Merkmal herausstellt, hat also die Tricotylie eine starke fluktuirende Variation.

[1] Vergl. Abschnitt V und: *Sur les courbes galtoniennes des monstruosités.* Bull. Scientif. de la France et de la Belgique. Publié par A. Giard. T. XXVII. 1896. S. 397.

Die Grenze zwischen den Dicotylen und den extremen Minus-Varianten der Tricotylen ist stets leicht und sicher zu beobachten, weil der Gipfel der Keimblätter zuerst die definitive Form annimmt, und auch eine ganz geringe Spaltung deutlich zu sehen ist; dabei bedingt die Seltenheit solcher Extreme, dass Fehler auf dieser Grenze fast nicht zu befürchten sind. Die Grenzen zwischen den übrigen, kleineren Gruppen sind unscharf und willkürlich. Diese Schwierigkeit fällt aber bei der Ermittelung der Erbzahlen weg, da hier stets sämmtliche Keimpflanzen, welche an einem oder an beiden Samenlappen Spaltung zeigen, zu einer einzigen Gruppe vereinigt und als Tricotylen im weiteren Sinne aufgeführt werden.

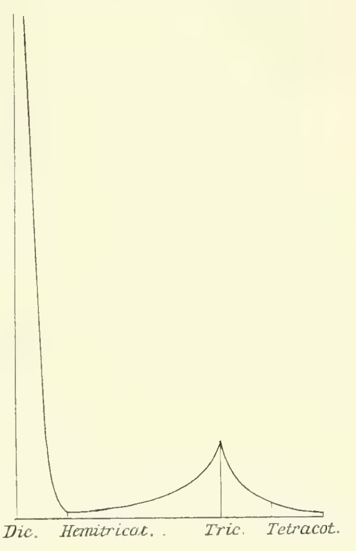


Fig. 29. Schematische Vorstellung der fluktuirenden Variation der Tricotylie. Die Dicotylen und die Tricotylen bilden die beiden Gipfel, die Hemitricotylen und Tetracotylen (mitsammt den Hemitetracotylen) die übrigen Ordinaten.

Die dicotylen Keimpflanzen werde ich in der Regel als Atavisten bezeichnen.[1] In käuflichen Samenproben würde dieses allerdings nicht zutreffen; in meinen Culturen, welche fast ausnahmslos mit der Wahl tricotyler Individuen anfingen, ist diese Bezeichnung offenbar völlig berechtigt. Man kann dann dem Worte „dicotyl“ seine umfassendere systematische Bedeutung lassen. Der Atavismus ist also auch hier ein Schwanken zwischen zwei empirisch bekannten Extremen.[2]

Soweit meine Erfahrung reicht, sind tricotyle Keimpflanzen bei cultivirten Arten viel weniger selten als bei wildwachsenden, und bei den letzteren vorzugsweise in den Samen der botanischen Gärten, weniger unter den im Freien eingesammelten Samen zu finden. Und unter den cultivirten Pflanzen sind wiederum die Arten der Grosscultur bevorzugt vor denjenigen, welche nur in kleinem Umfange angebaut werden.

Ebenso erhielt ich meine Mittelrassen vorzugsweise unter den Arten der Grosscultur, sei es nun der landwirthschaftlichen oder der gärtnerischen. Als Beispiel der ersteren nenne ich den Hanf; aus

[1] Vergl. Band I, S. 482.
[2] Band I, S. 485.

der letzteren das Löwenmaul und den Klatschmohn. Diese drei benutzte ich zu meinen Kreuzungsversuchen und daneben noch die *Oenothera hirtella,* eine ganz neue, zufällig aufgefundene Art. Es ist nicht unmöglich, dass die Cultur im Grossen die Entstehung neuer Rassen begünstigt.

Anomalien, welche im Freien oder in der Cultur der betreffenden Arten häufig gefunden werden, deuten auf Mittelrassen,[1] die seltenen aber auf Halbrassen, wie wir dieses im ersten Bande für eine Reihe von Fällen behandelt haben, und wie es namentlich für Verbänderungen bekannt ist. Diese Regel hat ihre volle Anwendung auf die Tricotylie. In käuflichen oder durch Tausch erhaltenen Samen findet man nur selten mehr als einige wenige Procente. Aber es leuchtet ein, dass man nicht erwarten darf, dass die sämmtlichen Samenträger auf dem Felde gleichviel tricotyle Keime geliefert haben. Es muss also das käufliche Saatgut eine Mischung sein und einen mittleren Gehalt geben, der vielleicht weit niedriger sein kann als derjenige der an tricotylen Kindern reichsten Exemplare. Hieraus ergiebt sich, dass man eine richtigere Beurtheilung nur dann bekommen wird, wenn man aus der ersten Samenprobe eine Reihe von Pflanzen erzieht, und von diesen die Samen, nach möglichst isolirter Blüthe, getrennt einerntet. Selbstverständlich wird man für eine solche Cultur eine Wahl treffen müssen und vorzugsweise die Tricotylen oder doch diese im weiteren Sinne nehmen. Durch Aussaat und Auszählen der getrennt geernteten Samen erhält man dann individuelle Erbzahlen.

Die Wahl der cultivirten Exemplare hängt, trotz aller Sorgen, wesentlich vom Zufall ab, denn wie wir später sehen werden, sind die Tricotylen keineswegs bessere Erben als alle Dicotylen; im Gegentheil, es können unter diesen bisweilen viel bessere vorkommen, nur hat man, ausser der Cultur, kein Mittel, sie ausfindig zu machen. Die Erfahrung lehrt aber, dass, wenn man eine nicht zu kleine Gruppe bis zur Samenreife heranzieht, man sich vom Zufall insoweit unabhängig machen kann, dass wohl einer oder der andere Samenträger eine verhältnissmässig hohe Erbzahl aufweist, falls die ursprüngliche Saat überhaupt solche in den Componenten der Mischung enthalten hat. Es ergiebt sich nun bald, dass man trotz aller Zwischenstufen zwei Hauptgruppen unterscheiden kann. In der einen findet man ausschliesslich niedrige individuelle Erbzahlen, von 0—3 % oder nur wenig darüber; in der zweiten daneben aber auch wenigstens einzelne höhere, nicht selten 10—20 %, ganz vereinzelt sogar 30—40 % erreichend.

[1] Band I, S. 432.

Bietet die Cultur im Garten keine Veranlassung für die Annahme eines besonderen Einflusses, so liegt der Unterschied zwischen den Erbzahlen der käuflichen Samenprobe und der in obiger Weise selbstgeernteten Samen ausschliesslich in der Thatsache der Vermischung der käuflichen Samen, und der Isolirung der selbstgeernteten. Da aber im Laufe der vorhergehenden Generationen auf den Handelsgärtnereien oder in den landwirthschaftlichen Samenculturen jährlich solche Vermischungen stattgefunden haben, so leuchtet ein, dass Samenarten, welche jährlich einige bevorzugte Individuen enthalten, auch in der Mischung eine etwas höhere Procentzahl werden geben können als andere. Und so kann der Gehalt in der käuflichen Probe oft mit grosser Wahrscheinlichkeit die Aussichten verrathen, welche die Probe bei weiterer Cultur bieten wird.

In den folgenden Paragraphen werde ich meine Versuche mit diesen beiden Hauptgruppen ausführlich beschreiben, hier will ich aber das erhaltene Resultat voranstellen. Es lautet:

Weitaus die meisten Arten enthalten in Bezug auf Tricotylie nur die Halbrasse; einige wenige enthalten nebenbei auch die Mittelrasse. Ist diese in der käuflichen oder durch Tausch erhaltenen Probe vorhanden, so lässt sie sich leicht und schnell isoliren, ist sie nicht vorhanden, so lässt sie sich auch bei vieljähriger Anstrengung durch Selection nicht darstellen. Die Halbrasse und die Mittelrasse sind hier, wie sonst, scharf getrennte Einheiten, welche nicht, oder doch nur durch Zufall, in einander übergehen.

Bisweilen, aber im Grossen und Ganzen sehr selten, kann man schon auf den Culturfeldern und in den Gärtnereien sich ein Urtheil über die Aussicht auf tricotyle Mittelrassen bilden. Solches ist der Fall, wenn bei Arten mit decussirter Blattstellung die tricotylen Exemplare im späteren Leben dreizählige Hauptstämme bilden. Ich habe hierauf besonders Acht gegeben, als ich beim Anfang meiner Versuche die grossen Handelsgärtnereien Erfurt's besuchte. Da fielen mir die dreizähligen Individuen von *Antirrhinum majus* auf den Feldern auf. Von den Gärtnern wurden sie weder bemerkt noch berücksichtigt, mir haben sie aber als Anhaltspunkt gedient für meine erste tricotyle Mittelrasse.

Das Wesen der tricotylen Halb- und Mittelrassen erkennt man nur an den Erbzahlen,[1] nicht an den sichtbaren

[1] Ueber die bei der Beurtheilung von Erbzahlen zu berücksichtigende Latitüde vergl. § 3 dieses Abschnittes, S. 123.

Eigenschaften der Individuen. Die Anzahl bezw. die Spaltung der Cotylen an einem gegebenen Exemplare entscheidet an sich gar nichts. Im Allgemeinen geben tricotyle Pflanzen eine etwas bessere Aussicht auf eine an dreizähligen Keimen reiche Ernte; die Erfahrung lehrt aber, dass der Unterschied nur ein geringer ist, und dass auch die Tricotylen von mittlerem oder gutem Erbwerth gar häufig in dieser Beziehung von manchen ihrer atavistischen Geschwister übertroffen werden. Hauptsache ist aber, dass sowohl die Halbrasse als die Mittelrasse stets aus beiden Typen von Individuen zusammengesetzt sind; bei der ersteren sind die Tricotylen selten, bei der letzteren sind, unter normalen Umständen, beide Formen in etwa gleichen Verhältnissen gemischt. Auch enthalten beide Rassen alle die verschiedenen Stadien der Hemitricotylen, und, obwohl seltener, auch Hemitetracotylen u. s. w.

Man kann somit einer einzelnen Pflanze nicht ansehen, zu welcher Rasse sie gehört. Nur ihre Abstammung entscheidet, und wo diese unbekannt ist, kann nur eine mehr oder weniger vollständige Nachzucht uns belehren. Wir haben hier einen maximalen Fall der im ersten Bande mehrfach erörterten transgressiven Variabilität.[1] Alle Formen der Halbrasse kommen in der Mittelrasse stets und in jeder nicht allzu kleinen Aussaat vor; andererseits kann die Halbrasse bei genügendem Umfang der Cultur ohne Zweifel auch alle Formen der Mittelrasse hervorbringen. Es giebt keine morphologische Grenze, obgleich die physiologische Grenze völlig fest ist, und in meinen Versuchen nie überschritten wurde. Die Tricotylen der Halbrasse führen nicht etwa zu der Mittelrasse, und ebenso wenig führen die Atavisten der Mittelrasse zur Halbrasse zurück. Die beiden Rassen sind ebenso scharf und unabänderlich getrennt, als wir solches im vierten Abschnitt des ersten Bandes für so zahlreiche Fälle und namentlich für die fünfblätterige Rasse des Rothklees gesehen haben. Nur ein seltener Zufall, nur eine Mutation, könnte die eine in die andere überführen. Dieses zu beobachten gelang mir aber bis jetzt noch nicht.

In Versuchen hat die Beurtheilung der Individuen somit stets nach ihren Erbzahlen stattzufinden, ob sie selbst zwei oder drei oder gespaltene Keimblätter haben, ist dabei völlig Nebensache. Die Auswahl von Tricotylen zur Fortsetzung einer Rasse war in meinen Culturen allerdings überall, wo sie möglich war, die Regel; sie erhöht die Aussicht, einerseits die schlechtesten Erben auszuschliessen, und

[1] Band I, Abschnitt II, § 25, S. 308 u. s. w.

andererseits die besten einzuschliessen. Aber nur um ein Geringes, wie meine wiederholt gemachten Atavisten-Culturen lehren (vergl. unten, § 22).

In Bezug auf diese Erbzahlen bietet die Halbrasse uns eine halbe Curve; weitaus am zahlreichsten pflegen die Individuen mit nur oder fast nur dicotylen Kindern zu sein, und mit zunehmendem Gehalt an Tricotylen nimmt die Anzahl der Individuen meist rasch ab (Fig. 30). Durch Selection der Individuen mit den höchsten Erb-



Fig. 30. *Oenothera rubrinervis*, tricotyle Halbrasse. Curve der Erbzahlen der Pflanzen von 1894. Höchste Erbzahl 3·7 $^0/_0$. Die oberen Zahlen geben den procentischen Gehalt an Erben, die unteren die Anzahlen der Individuen mit diesem Gehalt. Die Ordinaten verhalten sich wie diese Zahlen.[1]

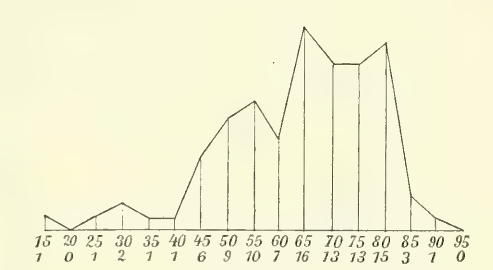


Fig. 31. *Oenothera hirtella*, tricotyle Mittelrasse. Erbzahlen der Pflanzen von 1896, und zwar sowohl von Atavisten als von Tricotylen. Die Erbzahlen schwanken zwischen 15 und 95 $^0/_0$. Bedeutung der Zahlen dieselbe wie in Fig. 30.

zahlen lässt sich die Curve in demselben Sinne verbessern wie bei anderen Halbrassen, z. B. wie bei *Ranunculus bulbosus semiplenus* (vergl. § 23, Bd. I, S. 586).

Die Curven der Erbzahlen der Mittelrassen pflegen auf etwa 50 $^0/_0$ zu gipfeln, sind aber für Auslese und Lebenslage sehr empfindlich. Fig. 31 giebt eine solche Curve für *Oenothera hirtella*, welche auf etwa 65 $^0/_0$ gipfelt. Wählt man aus dieser Gruppe die Pflanzen mit den niedersten Erbzahlen zur Fortsetzung der Cultur, so kann man zu Erbzahlen gelangen, welche die besten der Halbrasse erreichen oder überschreiten. Auch hier ist die Variabilität somit eine transgressive,

---

[1] Die Procentzahlen sind in diesem Versuche aus Zählungen von je 300 Keimpflanzen pro Mutter abgeleitet; die Anzahl der Ordinaten ist aber auf $^1/_3$ reducirt. 0·1 bedeutet somit: 0—0·2, ebenso 0·4: 0·3—0·5 u. s. w. Die tricotylen Halbrassen von *Dracocephalum moldavicum* und *Pentstemon gentianoides* gaben ähnliche Curven. (Ernte von 1894.)

ohne aber zu einem Uebergang der einen Rasse in die andere zu führen.

Halbrassen und Mittelrassen sind also sowohl in Bezug auf die Formen der Individuen als auf ihre Erbzahlen höchst variable Rassen. Andererseits sind sie aber völlig constant, da sie durch Cultur weder in einander noch auch in andere Typen übergehen. Sie verhalten sich wie die grosse Mehrzahl der entsprechenden Rassen mit anderen Anomalien.[1]

§ 17. Tricotylen, Hemitricotylen und Tetracotylen.

Die im Gartenbau weit verbreitete Ansicht, dass Bastarde Mittelbildungen zwischen den Typen ihrer Eltern sind, und dass somit Mittelbildungen als Bastarde betrachtet werden dürfen, würde leicht

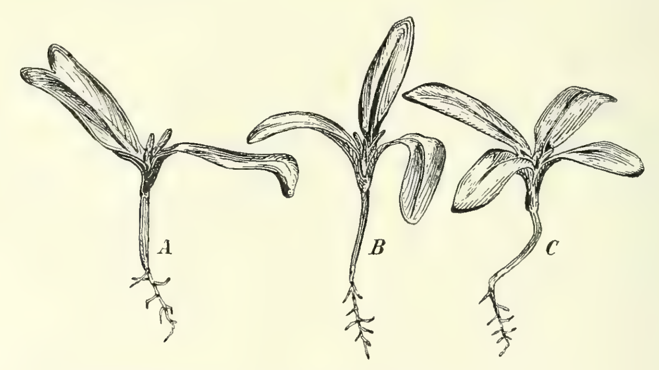


Fig. 32. *Silene odontipetala.* *A* eine hemitricotyle, *B* eine tricotyle, *C* eine tetracotyle Keimpflanze. 1900.

zu der Ansicht führen können, dass die Hemitricotylen Bastarde seien zwischen Dicotylen und Tricotylen. Denn Mittelbildungen sind nie ohne Zweifel, namentlich dann, wenn der eine Samenlappen etwa bis zur Hälfte gespalten erscheint. Aber bereits das Vorkommen einer continuirlichen Reihe von Zwischenformen (Fig. 28, S. 216) zwischen zwei- und dreikeimblätterigen Pflänzchen lässt die erwähnte Vorstellung als unrichtig, oder doch wenigstens als ungenügend erscheinen. Die Entscheidung gehört aber dem Experimente an. Daher habe ich bei meinen Kreuzungen zwischen dicotylen Exemplaren von Halbrassen und tricotylen Individuen von Mittelrassen stets genau auf das Vorkommen von hemitricotylen Keimen aus den Samen Acht gegeben.

[1] Band I, S. 426.

Solche sind aber unter diesen Bastarden ebenso selten wie sonst. Die Bastarde sind fast ausnahmslos zweikeimblätterig; nur finden sich unter ihnen einige wenige Hemitricotylen und Tricotylen beigemischt, ähnlich wie in den Halbrassen. Umgekehrt liegt somit kein Grund vor, Keimpflanzen mit gespaltenen Samenlappen für Hybriden anzusehen.

Sie sind einfach Varianten des tricotylen Typus. Dafür spricht auch das Vorkommen von Keimen, in denen die beiden Cotylen gespalten oder gar verdoppelt sind. Sie können schwerlich für Bastarde gehalten werden, kommen aber in den tricotylen Mittelrassen so regelmässig und so zahlreich vor, dass sie einfach als Plus-Varianten derselben Eigenschaft zu bezeichnen sind. Solches lehrt ferner die Möglichkeit, dass sich an Tetracotylen wiederum der eine oder andere Samenlappen spaltet. Dieses führt zu den Pentacotylen und Hexacotylen u. s. w., welche aber selbstverständlich sehr selten sind. Echte nur durch solche Spaltung entstandene Pentacotylen sah ich z. B. bei *Scrophularia nodosa, Amarantus speciosus*, *Oenothera Lamarckiana* und *Papaver Rhoeas* (Fig. 33).

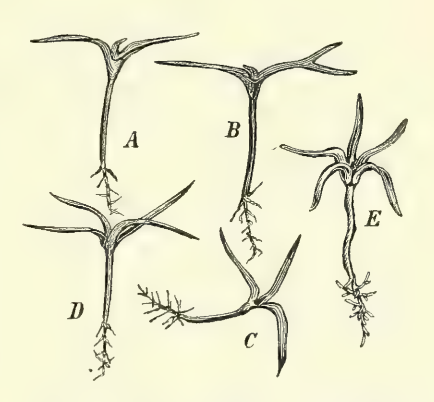


Fig. 33. *Papaver Rhoeas*, halbgefülltblüthige Culturform. Dicotyle, hemitricotyle, tricotyle, tetracotyle und pentacotyle Keimpflanzen, aus den Samen von 1899.

Wie bereits oben bemerkt wurde, sind die Hemitricotylen und Tetracotylen in der Regel seltener als die Tricotylen, auch wenn man alle Minus- und Plus-Varianten in diesen Gruppen zusammenfasst. Man beobachtet solches bereits in den käuflichen Samenproben, noch deutlicher aber, wenn man die Samen der aus jenen Proben gewonnenen Pflanzen für jede einzeln aussät. So fand ich z. B. unter den Samen einer Pflanze von *Asperula azurea setosa* von 1892 auf 1170 Keimlingen 3 Hemitricotylen, 15 Tricotylen und 3 Tetracotylen; und in der Ernte eines anderen Individuums derselben Cultur auf 550 Keimpflänzchen 2 Hemitricotylen und 5 Tricotylen. Und bei *Amarantus speciosus* in der gesammten Ernte eines Versuches von 1892 auf 13000 gezählten Keimpflanzen 202 Hemitricotylen, 245 Tricotylen und 22 Tetracotylen und Hemitetracotylen. In der ersteren Gruppe gab es 47 untief, 58 mittelmässig und 97 tiefgespaltene. Ebenso in anderen Versuchen.

Die Bedeutung der Hemitricotylen und Tetracotylen wird aber erst dann völlig klar, wenn man sie weiter cultivirt, möglichst isolirt blühen lässt, und die Zusammensetzung ihrer Ernte mit derjenigen der tricotylen Individuen aus derselben Cultur vergleicht. Man findet dann, dass sie nicht vorzugsweise ihren eigenen Typus wiederholen, sondern sich in der Regel verhalten wie die Tricotylen. Geringe quantitative Unterschiede können vorkommen; qualitative giebt es aber nicht. Namentlich scheint es unmöglich, die beiden Nebentypen derart zu isoliren und zu accumuliren, dass man rein hemitricotyle oder tetracotyle Zuchtrassen bekommen würde.

Ich fange mit der Betrachtung der Hemitricotylen an. Diese habe ich wiederholt isolirt und auf ihre Erbzahl geprüft, namentlich für *Amarantus speciosus* und *Cannabis sativa*. Wählt man bei *Amarantus* für das Auspflanzen theils Hemitricotylen, theils Tricotylen, so erhält man das eine Mal für die ersteren, das andere Mal für die letzteren die höheren Erbzahlen. Aber mit geringen Differenzen. So gab die Ernte von 1892 auf je etwa 20000 gezählte Keimpflanzen für die ersteren im Mittel 2 %, für die letzteren im Mittel 3·5 %. Auch gab es unter den ersteren etwas mehr Hemitricotylen als Tricotylen, aber mit einer Differenz von nur 0·1 % auf je etwa 10000 Keimpflanzen, wobei dann noch die verschiedenen Grade der Spaltung zusammengezählt worden sind. Ich habe ferner in den Jahren 1892—1895 durch drei Generationen die Hemitricotylen und die Tricotylen getrennt weiter gezüchtet, unter stetiger Auslese der Individuen mit der höchsten Erbzahl. Die höchsten erhaltenen Werthe schwankten in diesen vier Jahren für die Hemitricotylen zwischen 4·2 und 8·5 %, im Mittel 5·5 %, für die Tricotylen zwischen 3·6 und 7·4 %, im Mittel 5·7 %. Es scheint also nahezu gleichgültig zu sein, ob man für die Zuchtwahl Hemitricotylen oder Tricotylen auspflanzt. Von *Cannabis sativa* erzog ich im Sommer 1894 je ein Beet von beiden Typen; die Hemitricotylen gaben Erbzahlen von 1—26, die Tricotylen von 4—14 %, im Mittel 11 und 9 %. Bei *Pentstemon gentianoides* gaben die gespaltenen Formen im Mittel 2·8 %, die Tricotylen aber 2·9 %, u. s. w. Im Ganzen und Grossen sind wesentliche Differenzen in den Vererbungserscheinungen zwischen den hemitricotylen und tricotylen Exemplaren derselben Cultur nicht vorhanden. Und diese Regel wird später fast als selbstverständlich erscheinen, wenn wir sehen werden, dass in den rein gezüchteten Rassen auch die Atavisten sich nicht wesentlich anders verhalten als die Tricotylen (vergl. § 22).

Wir kommen jetzt zu den Tetracotylen. Hier stossen die

Experimente zunächst auf die Schwierigkeit, die wirklichen Typen von anderen zu unterscheiden. Denn nicht selten kommen Zwillinge vor, d. h. doppelte Keimpflanzen. In diesen ist die Achse mehr oder weniger tief gespalten; es sieht aus, als ob zwei Keime der Länge nach mit einander verwachsen wären. Geht die Spaltung von oben bis in das hypocotyle Glied, so giebt es zwei getrennte Gruppen von Samenlappen, welche oft in ungleicher Höhe stehen. Solche Fälle wird man somit mit Tetracotylen nicht leicht verwechseln, wenn auch der Zwillingskeim thatsächlich vier Samenlappen trägt (Fig. 35). Trifft die Spaltung aber nur die Achse oberhalb der Keimblätter, so stehen diese in einem Kreise, und die Keimpflanze ist nicht von derjenigen zu unterscheiden, in der nicht die Achse, sondern die Samenlappen selbst gespalten sind. Erst beim weiteren Wachsthum des Stammes erkennt man dann den wahren Sachverhalt. Bleibt aber die Verdoppelung bis hoch hinauf ohne Spaltung, so pflegen eigenthümlich fasciirte Exemplare zu entstehen. Es bleibt dann oft die wahre Natur der vorliegenden Verhältnisse im Dunkeln.



Fig. 34. *Acer Pseudo-Platanus*, eine tetracotyle Keimpflanze, deren Achse sich oberhalb der Cotylen spaltet. In der Spaltung stehen zwei Blätter, deren Stiele im unteren Theile mit ihren Rücken aneinander gewachsen sind. (Frühling 1887.)

Namentlich bei *Amarantus speciosus* habe ich nicht allzu selten solche Zwillinge beobachtet (Fig. 35); ferner bei *Datura Stramonium*, *Acer Pseudo-Platanus* (Fig. 34) u. s. w.[1] Unsere Fig. 36 stellt einen Theil eines Stammes einer tetracotylen Pflanze von *Amarantus speciosus* vor, der in einiger Höhe oberhalb der Einpflanzung der Cotylen sich spaltete und in der Gabelung zwei Blätter trug, deren Mittelrippen auf der Rückseite bis ein wenig unterhalb der Spitze verwachsen waren. In den Achseln dieser beiden Blätter stand je ein kleines Zweiglein mit einer kleinen terminalen Inflorescenz

[1] Vergl. L. J. Léger's umfassende Arbeit über die Anomalien an den Keimblättern von *Acer Pseudo-Platanus*. *Bull. Soc. Linn. Normandie.* 1889. p. 199 mit Tafel.

und einem unterhalb dieser eingepflanzten kleinen Blatte. Weiter aufwärts waren die beiden Gabeläste normal gebaut.

Fig. 34 stellt eine Keimpflanze von *Acer Pseudo-Platanus* mit vier Samenlappen vor, welche ich im Frühling 1887 im Freien aufgefunden und dann in meinen Garten übergepflanzt habe. Hier entwickelte sie ihren Stamm. Sobald dieser sich deutlich gespalten hatte und gerade bevor die Cotylen abfallen würden, habe ich das Exemplar getrocknet, um es nachher zu photographiren.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die Zwillinge nicht zu der tricotylen Rasse gehören, d. h. dass sie ihre Anomalie einer anderen elementaren Eigenschaft verdanken. Sie sollten also weder bei Keimzählungen mitgezählt, noch auch als Samenträger ausgepflanzt werden. Da man sie aber nur in bestimmten Fällen richtig unterscheiden

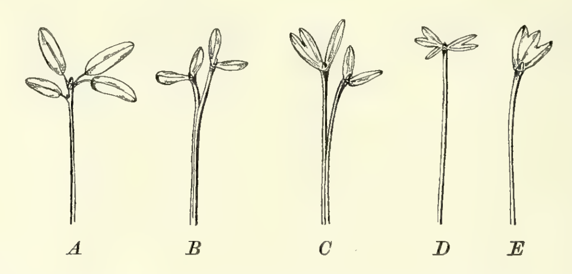


Fig. 35. Keimpflanzen von *Amarantus speciosus*. *A* Tetracotyl. *B* Zwilling; die Spalthälften der Achse mit je 2 Samenlappen. *C* Zwilling, deren eine Spalthälfte tricotyl ist. *D* Hemipentacotyl, das einzige Exemplar in einer Aussaat von über 20000 Keimlingen. *E* Trisyncotyle Pflanze. (Ernte von 1893.)

kann, liess sich solches bisher nicht immer durchführen. Und daher mag es zum Theil kommen, dass ich bisweilen von tetracotylen Individuen schlechtere Erbzahlen erhalten habe, als von den Tricotylen aus derselben Cultur.

Im Uebrigen verhalten sich die Tetracotylen bei der Vererbung nicht wesentlich anders als die Tricotylen. Aus ihren Samen gehen vorzugsweise, neben den Atavisten, Tricotylen hervor, mit Hemitricotylen und Tetracotylen in den üblichen untergeordneten Verhältnissen. In der Ernte von 1894 gab meine tricotyle Halbrasse von *Scrophularia nodosa* im Mittel 2 % und im Maximum 5·5 % Tricotylen pro Mutterpflanze. Neben diesen dreikeimblätterigen Müttern erntete ich von zwei Tetracotylen die Samen und erhielt 0·5 % und 3 % als Erbzahl. Auf etwas über 2000 Keimlingen lieferten diese beiden Zählungen 30 Tricotylen, 3 Hemitricotylen und nur 2 Tetracotylen.

Dagegen gab eine tetracotyle Pflanze von *Asperula azurea* aus ihren Samen 7 %, und die verwandten tricotylen Mütter nur 2 % (1892). Von jenen 7 % waren 5 % tricotyl, 1 % tetra- und 1 % hemitricotyl. Von *Amarantus speciosus* erzog ich die Tetracotylen durch zwei Generationen (1893 und 1894). Im Sommer 1893 blühten auf einem Beete 9 tetracotyle Exemplare; 3 erwiesen sich als fasciirt, die übrigen ergaben Erbzahlen von 1—7·5 % (auf je 500—1000 Keimen), im Mittel 5 %, während die gleichzeitige Tricotylen-Cultur 2·5—7·5, im Mittel 4·5 % als Erbzahl ergab (15 Mütter mit je 700—1000 gezählten Keimpflanzen). Also keine wesentliche Differenz. Die tetracotylen Mütter lieferten zusammen nur 6 tetracotyle Keime auf etwa 4000, die tricotylen 13 auf etwa 10000 Keimen, sie verhielten sich also auch in dieser Beziehung als Varianten derselben Rasse. Als ich nun die tetracotylen Kinder der tetracotylen Mütter zur Fortsetzung der Rasse in 1894 gewählt hatte, erhielt ich in deren Ernte keinen weiteren Fortschritt, auch erreichte der Procentgehalt an Tetracotylen nur 0·2.



Fig. 36. *Amarantus speciosus.* Gabelung eines Stammes einer tetracotylen Pflanze mit zwei am Rücken verwachsenen Blättern in der Gabelung und mit deren Achselsprossen.

Man kann die Frage aufwerfen, ob das Verhältniss der Tetracotylen zu den Tricotylen vielleicht einfach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgt. Man denkt sich die Spaltung eines Samenlappens nach jenen Gesetzen über eine Gruppe von z. B. hundert Keimen vertheilt und frägt, wie viele Male bei jedem Procentgehalt eine Keimpflanze zwei Spaltungen erhalten, und also tetracotyl oder hemitetracotyl werden würde. Wenn z. B. über 100 Keimpflanzen mit 200 Cotylen 50 Spaltungen vertheilt werden, wie oft wird es dann voraussichtlich vorkommen, dass eine Pflanze zwei Spaltungen bekommt?

In derselben Weise würde man die Aussicht auf Pentacotylen berechnen können. Ohne hier auf diese Berechnungen näher einzugehen, leuchtet ein, dass der Gehalt an Tetracotylen mit zunehmendem Gehalt an Tricotylen im Allgemeinen zunehmen wird,

und zwar unabhängig von der betreffenden Pflanzenart. Eine solche Unabhängigkeit besteht aber thatsächlich nicht; es giebt Arten, welche verhältnissmässig äusserst arm an Tetracotylen sind, und andere, welche daran reich sind. So wies *Antirrhinum majus* stets nur etwa 1—2 % Tetracotylen (Fig. 27 *D*, S. 214) auf, auch wenn der Gehalt an Tricotylen bis 79 % heranstieg. Ebenso sind *Oenothera hirtella, Scrophularia nodosa* und *Cannabis sativa* arm an Tetracotylen. Letztere hatte deren meist nur etwa 1—3·5 %, auch wenn die ganze Erbzahl 63 % betrug (in 20 Einzelbestimmungen). Dagegen zeigten sich andere Arten auffallend reich an Tetracotylen, wenigstens in meinen Rassen.

Aus meinen Culturen von 1894—1896 habe ich weit über hundert Einzelbestimmungen zusammengestellt, in denen die Hemitricotylen, Tricotylen und Tetracotylen für jede Keimprobe auf meist etwa 300 Keimpflanzen besonders gezählt waren. Ich habe daraus, neben dem procentischen Gehalt an spaltblätterigen Keimen, das Verhältniss dieser zu den Tetracotylen berechnet, und gebe im Folgenden an, wie viel Tetracotylen auf jedes Hundert Tricotylen im weiteren Sinne kommen. Dieses Verhältniss wechselte für *Amarantus speciosus* bei 2—10 % und für *Cannabis sativa* bei 6—52 % Tricotylen zwischen 1 und 7; für *Mercurialis annua* bei 8—86 % Tricotylen zwischen 1—16; für *Silene inflata* bei 27—73 %, *Clarkia pulchella* bei 6—16 % und *Helichrysum bracteatum* bei 3—41 % Tricotylen zwischen 2 und 28. In den einzelnen Bestimmungen ist diese Verhältnisszahl wegen der geringen Anzahl der Tetracotylen in den einzelnen Samenproben selbstverständlich bedeutenden Schwankungen unterworfen, und für ein eingehendes Studium würde es umfangreicher, besonders zu diesem Zweck angestellter Culturen bedürfen. Ich führe daher nur eine Versuchsreihe mit *Clarkia pulchella* an, welche zeigt, wie im Grossen und Ganzen das Verhältniss der Tetracotylen zu den Tricotylen mit der Anzahl der letzteren zunimmt.

Procentischer Gehalt an Tricotylen	6	7	14	16	27	55	62	63
Anzahl der Tetracotylen auf jedes Hundert Tricotylen	15	5	26	5	10	18	22	20.

Aehnlich verhielten sich die Zahlen für *Phacelia tanacetifolia, Papaver Rhoeas, Helichrysum bracteatum* und *Mercurialis annua.*

§ 18. Einfluss der Tricotylie auf die Blattstellung.

Elementare Eigenschaften pflegen sich nicht durch ein einziges äusseres Merkmal, sondern durch mehrere zu verrathen. Oft erkennt man unter diesen leicht eins als das primäre, und bezeichnet die

übrigen dann als secundär. Oft aber bleibt man auch darüber in Zweifel, was man als primäre und was als secundäre Aeusserung ansehen soll. Weissblüthige Varietäten von rothen oder blauen Arten zeigen den Verlust der Farbe oft auch in den Früchten, oder in den Blättern und dem Stengel; nicht selten sind sie als Keimpflanzen bereits an der rein grünen Farbe zu erkennen. Meine neuen Oenotheren unterscheiden sich von der Stammesart in mehreren, oft in vielen Merkmalen, und trotzdem entstehen sie jedesmal mit allen diesen Eigenschaften plötzlich. Diese müssen also alle als aus einer einzigen inneren Umwandlung hervorgegangen betrachtet werden. Eine einzige neue elementare Eigenschaft kann somit die Aeusserungen einer ganzen Reihe älterer innerer Eigenschaften mehr oder weniger stark beeinflussen und abändern.

Wir betrachten die Tricotylie, bis auf Weiteres, als die primäre Aeusserung einer bestimmten inneren Anlage, welche bei zahllosen, wenn nicht bei fast allen dicotylen Pflanzenarten im semilatenten Zustande vorkommt, und in einer vorläufig kleinen Reihe von Fällen auch activ neben der Dicotylie auftritt. Es fragt sich nun, ob dieselbe innere Anlage sich auch im späteren Leben der Pflanze wird zeigen können. Die Tricotylie ist ein Fall von abnormaler Ausbildung der Blattstellung, und es liegt somit auf der Hand, zu erwarten, dass dieselbe Ursache auch sonst Anomalien in der Anordnung der Blätter herbeiführen kann.

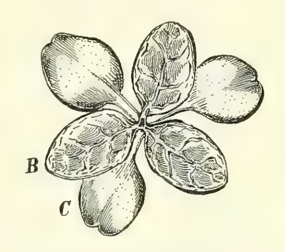


Fig. 37. *Scrophularia nodosa.* Eine tricotyle Keimpflanze mit dem ersten, gleichfalls dreigliederigen Blattwirtel *B*; *C* die Cotylen. Aus der Ernte von 1899.

Solches ist nun auch thatsächlich der Fall. Zunächst kann die dreigliederige Blattstellung am Hauptstamme sich erhalten (Fig. 37), wenn nämlich die Art sonst decussirte Blattstellung hat. Dieses geschieht entweder in allen oder nur in den unteren Wirteln, und dann bietet der Uebergang oft die gewöhnlichen Zwischenformen der gespaltenen Blätter u. s. w.[1] Aber auch andere Störungen der Blattstellung können auf die Tricotylie folgen, unter denen die Zwangsdrehungen und Verbänderungen, sowie die sogenannten endständigen Blätter die wichtigsten sind. Von diesen verschiedenen Vorkommnissen, welche sich in meinen Versuchen sehr häufig, ja oft fast regelmässig zeigten, werde ich in diesem Paragraphen einige der wichtigsten beschreiben.[2]

[1] Delpino, *Teoria della Fillotassi.*

[2] Weiteres in: *Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen.* Ber. d. d. bot. Ges. 1894. Bd. XII. S. 25.

Vorher möchte ich aber hervorheben, dass die fraglichen Anomalien eine offenbare genetische Beziehung zu der Spaltung bezw. Verdoppelung der Cotylen aufweisen, wenn auch diese Beziehung näherer Erforschung noch sehr bedürftig ist. Andere Bildungsabweichungen trifft man an tricotylen Individuen zwar auch bisweilen an (z. B. bunte Blätter, durchwachsene Blüthen und Blüthenköpfchen), aber nicht häufiger als sonst. Auch findet man nicht bei jeder Art unter den Tricotylen vorzugsweise die nämlichen Anomalien, sondern es scheint, dass bestimmte Arten (oder doch bestimmte käufliche Rassen von diesen) eine gewisse Vorliebe für bestimmte Abweichungen haben. Sowohl Zwangsdrehungen als Fasciationen treten bei einigen Pflanzen relativ häufig, bei anderen nur selten auf. Und gipfelständige Blätter sind bis jetzt nur in ganz wenigen Beispielen beobachtet worden.

Auf dieser innigen Beziehung zwischen der Tricotylie und den späteren Anomalien der Blattstellung beruht eine einfache Methode, solche Anomalien aufzusuchen. In der Natur und in den Gärten sind Verbänderungen allerdings etwas so Gewöhnliches, dass besondere Mittel, um sie zu bekommen, nicht erforderlich sind. Aber Zwangsdrehungen sind sehr viel seltener,[1] nur ein glücklicher Zufall spielt sie einem in die Hände. Will man sich von diesem Zufall unabhängig machen, so greift man zu der Cultur von Cotylvarianten, da diese auf die fragliche Anomalie bedeutend mehr Aussicht bieten als beliebige andere Exemplare derselben Art. Bisweilen in der ersten, oft auch erst in der zweiten Generation, kann man dann, bei genügendem Umfang der Versuche, darauf rechnen, solche zu finden, und einmal erhalten, lassen sie sich durch die gewöhnliche Auslese weiter verbessern. Statt vieler Fälle nenne ich ein einziges Beispiel. Morren hat auf einer Wiese unweit Lüttich eine sehr schöne Zwangsdrehung von *Dracocephalum speciosum* gefunden,[2] und als ich seine Beschreibung gelesen hatte, lag mir ganz besonders daran, auch selbst eine solche Torsion bei dieser Art oder doch wenigstens bei dieser Gattung untersuchen zu können. Ich wählte dazu *Dracocephalum moldavicum*, welche sich als einjährige Gartenpflanze empfahl. Im Frühling 1892 suchte ich aus einer käuflichen Samenprobe die einzige hemitricotyle Keimpflanze (unter 20000 Keimlingen) aus, und erzog aus dieser während fünf Generationen eine Rasse, welche anfangs

---

[1] *Monographie der Zwangsdrehungen.* Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Bot. Bd. XXIII. S. 116.

[2] *Bull. Acad. Roy. Belg.* T. XVIII. S. 37.

nichts Besonderes zeigte, im zweiten Jahre Verbänderungen, im dritten Spuren von Zwangsdrehungen und endlich im vierten sehr schöne Torsionen hervorbrachte. Eine von diesen hat den ganzen Hauptstamm in ein schraubenförmiges Gewinde umgewandelt (Fig. 38). Glücklicher Weise erreicht man aber, bei solchen Versuchen, sein Ziel gewöhnlich in einer viel kürzeren Reihe von Jahren.



Fig. 38. *Dracocephalum moldavicum.* Zwangsdrehung eines Hauptstammes als Ergebniss eines vierjährigen Zuchtversuches. (Vergl. unten, Fig. 46, S. 244.)

Tricotyle Exemplare von Arten mit decussirter Blattstellung tragen sehr häufig am Stamme die unteren Blätter in dreigliederigen Wirteln. Bisweilen bis oben, oder bis zur Inflorescenz hinauf, bisweilen oben in die decussirte Stellung zurückschlagend. Gar oft folgt letztere auch sofort auf die Keimblätter (Fig. 40 *B*). Alle diese Fälle kann man in derselben Cultur aus den Samen einer einzigen Mutter beobachten. So z. B. namentlich bei *Antirrhinum majus* und *Scrophularia nodosa,* bei welchen Arten ich mehrfach als Samenträger die in den ersten Wirteln dreizähligen Tricotylen vor den anderen vorgezogen habe. Doch haben sie sich in der Regel nicht als bessere Erben der Rasse bewährt. Weitere Beispiele sind *Dipsacus sylvestris, Lychnis fulgens*, *Dracocephalum moldavicum, Dianthus barbatus* u. s. w. Von *Acer Pseudo-Platanus* hatte ich im Frühling 1887 einige tricotyle Keimpflanzen; zwei von ihnen sind jetzt hohe Bäumchen, deren Hauptstämme bis im Gipfel ihre Aeste in dreigliederigen Wirteln tragen.

Die Seitenzweige der dreizähligen Hauptstämme pflegen allgemein zur decussirten Blattstellung zurückzukehren; die unterirdischen Ausläufer (z. B. *Valeriana officinalis*) oder die am Boden sich abzweigenden Nebenstengel (z. B. *Dianthus barbatus*) bieten aber mehrfache Ausnahmen.

In tricotylen Culturen werden bisweilen zweikeimblätterige Individuen später dreizählig. So besitze ich ein dreizähliges Exemplar von *Aesculus Hippocastanum* (jetzt 13 Jahre alt), welches nur zwei Cotylen hatte, und aus derselben Saat eine Pflanze, welche tricotyl war, seitdem aber nur decussirte Blätter hervorbrachte. Die Veränderung der Blattstellung trat in beiden Pflänzchen ein, bevor die Cotylen abgestorben waren. Bei *Dipsacus sylvestris torsus*, welche Rasse an dreigliederigen Individuen reich zu sein pflegt, sind diese in der ersten Jugend fast ausnahmslos decussirt.

Auf der Grenze zwischen den drei- und den zweigliederigen Wirteln sind $2^1/_2$-gliederige gar nicht selten. Ich meine solche,



Fig. 39. *Fagus sylvatica*, dreikeimblätterige Keimpflanzen. *A* mit dreigliederigem Wirtel der ersten Blätter, *B* mit einem gabelnervigen, zweigipfeligen Blatte.

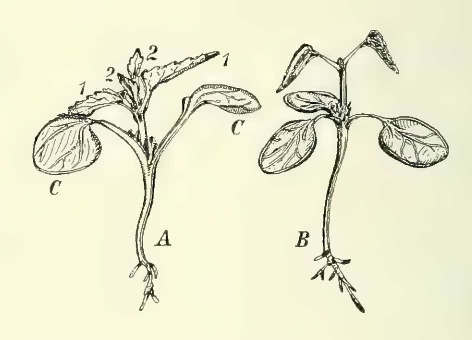


Fig. 40. *Mercurialis annua*. *A* Normale Keimpflanze; *C* die Cotylen; *1* erstes und *2* zweites Blattpaar. *B* Tricotyle Keimpflanze, deren erste Blätter paarweise stehen. (1900.)

welche ein normales und ein mehr oder weniger tief gespaltenes Blatt haben. Alle Grade der Spaltung (bezw. Synfise) findet man hier, so namentlich häufig in den tricotylen Rassen von *Antirrhinum majus* und *Scrophularia nodosa,* wo sie im ersten oder im zweiten oder in einem späteren Wirtel den Uebergang zu der Decussation bilden. Bei der Auswahl der Samenträger habe ich auch hierauf stets geachtet, obgleich es dafür eigentlich nur von untergeordneter Bedeutung ist. Weitere Beispiele gespaltener Blätter beim Uebergang der Tricotylie in die spätere normale Anordnung boten mir *Dianthus barbatus, Lychnis vespertina, Polygonum Fagopyrum, Collinsia heterophylla, Anagallis grandiflora* und mehrfach auch *Fagus sylvatica* (Fig. 39), sowie viele andere Arten. Da die Erscheinung bei etwas umfangreichen

Aussaaten eine ganz gewöhnliche ist, und, namentlich bei perennirenden Pflanzen, beim Uebergang der einen Blattstellung in die andere auf derselben Achse, wie DELPINO gezeigt hat, gleichfalls nicht selten beobachtet wird, so brauche ich sie hier nicht weiter auszumalen. Bisweilen trägt der Hauptstamm einer tricotylen Pflanze seine Blätter auch in viergliederigen Wirteln (*Scabiosa atropurpurea*).

Verbänderungen folgen häufig auf Tricotylie, bisweilen schon in den ersten Monaten, bisweilen erst im späteren Leben. *Mercurialis annua* und *Amarantus speciosus* lieferten mir davon bei vieljähriger Cultur fast jedes Jahr eine Reihe von Beispielen; bei ersterer Art oft unten im Stamme anfangend, bei letzterer meist erst oben in der Inflorescenz (vergl. Fig. 47 S. 252). Bei *Mercurialis* liefert meine tricotyle Rasse fast alle Formen der Verbänderungen. Fig. 41 zeigt eine tricotyle Pflanze, deren Stamm vom ersten auf die Cotylen folgenden Knoten an gespalten war, und somit nur im epicotylen Internodium verbändert. Von da bis zu centimeterbreiten flachen, und vielfach gekrümmten Stengeln giebt es bei dieser Art alle Zwischenstufen. Von *Acer Pseudo-Platanus* sammelte ich im Frühling 1887 unweit Hilversum eine grosse Auswahl von hemitricotylen, tricotylen und tetracotylen Keimpflanzen (vergl. Fig. 34) und erzog sie während einiger Jahre. Die meisten habe ich weggeworfen, als sie zur decussirten Blattstellung zurückgekehrt waren. Aber sieben von diesen Bäumchen sind jetzt noch am Leben, zwei mit dreigliederigem Stamme (S. 231), vier mit decussirter Blattstellung und eins mit einem mehrfach verbänderten Hauptstamm. Dieser Stamm hatte mit drei Cotylen angefangen, war dann zweizählig und im zweiten Jahre (1889) wiederum dreizählig geworden. Im Herbst des folgenden Jahres fing er an sich zu verbändern, bildete drei fünfblätterige Wirtel und spaltete sich bei der Anlage der Winterknospe. Ich brach dann die Endknospen bis auf eine ab; diese spaltete sich im Frühling bei ihrem Wachsthum wieder (Mai 1891) und zwar in drei flache Zweige, von denen wiederum zwei entfernt wurden. Im Sommer wiederholte sich die Verbänderung, ebenso, nach Spaltung im Winter, im nächsten

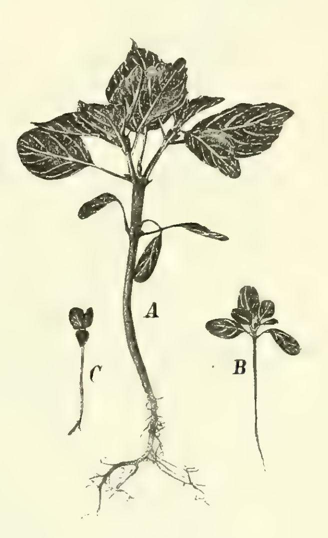


Fig. 41. *Mercurialis annua.* *A* tricotyle Keimpflanze mit gespaltenem Stamm. *B* eine solche, deren erster Blattwirtel dreigliederig ist. *C* Hemitricotyle Pflanze. (1900.)

Jahre (1892) und wiederum in 1893. Jedesmal wurden die Gabeläste bis auf einen weggeschnitten. Später waren die Spaltungen viel seltener, und rundeten sich die älteren, anfangs flachen Stammesabschnitte durch das Dickenwachsthum allmählich ab, wie solches bei Verbänderungen von baumartigen Formen Regel ist.[1]

Verbänderungen an tricotylen Exemplaren beobachtete ich ferner bei *Antirrhinum majus*, *Artemisia Absynthium*, *Scabiosa atropurpurea*, *Dianthus plumarius*, *Collinsia heterophylla*, *C. grandiflora*, *C. violacea* und *Tetragonia expansa* (Fig. 42). An Tetracotylen bei *Scrophularia nodosa*, *Collinsia violacea* u. a.[2]

Dass Fasciationen an tricotylen Pflanzen häufiger sind als an zweikeimblätterigen Individuen, habe ich in zahlreichen Culturen beobachtet; ich führe aber zur näheren Begründung einen Versuch mit *Asperula azurea* an. Aus käuflichen



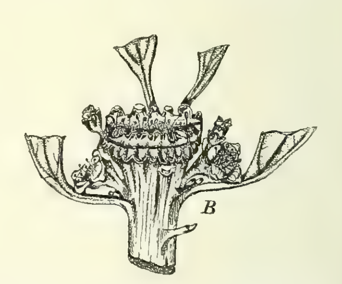


Fig. 42. *Tetragonia expansa*. *A* gabelig gespaltener Ast. *B* kammförmig verbreiterte Endblüthe eines verbänderten Hauptstammes.

Samen dieser niedlichen einjährigen Gartenpflanze (Fig. 43) habe ich im Frühling 1892 die Hemitri-, Tri- und Tetracotylen ausgesucht, ihre Samen gesammelt und im nächsten Jahre die gleichnamigen Cotylvarianten und die Atavisten getrennt ausgepflanzt. Es waren 37 von ersterer Gruppe und 15 Atavisten. Die ersteren lieferten zusammen 28 verbänderte Stengel und Aeste, die letzteren nur 4. Also etwa 75 % und 27 %. Ich bemerke dabei, dass ich alle erhältlichen Cotylvarianten ausgepflanzt habe, und dass diese theils nur

[1] *Kruidk. Jaarb.* Gent. 1894. Tafel XI. (*Abies excelsa.*)

[2] *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. XII. S. 38.

schwache Pflänzchen lieferten, während ich von den Atavisten die kräftigsten jungen Individuen auswählte. Diese aber haben, trotz der grösseren individuellen Kraft, und trotz ihrer Abstammung von tricotylen Eltern, sehr bedeutend weniger Fasciationen hervorgebracht als die Tricotylen.

Wir kommen jetzt zu den Zwangsdrehungen. Solche kamen in mehreren meiner tricotylen Rassen seit 1893 nahezu jährlich und häufig in grösserer Anzahl vor. Es waren meist ziemlich lange,



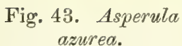


Fig. 43. *Asperula azurea.*



Fig. 44. *Melampyrum pratense.* Tetracotyle Pflanze mit spiraliger Blattstellung. (1887.)

stark gedrehte Partien des Hauptstammes oder der stärkeren Seitenäste, welche, nach unten und nach oben an normale decussirte oder ternate Theile grenzend, die Blätter bisweilen in einer sehr steilen Spirale, bisweilen in einer geschlossenen Reihe auf der einen Seite des Stengels tragen.[1] Ausser in meinen Rassen fand ich Zwangsdrehungen an tricotylen Exemplaren aus käuflichen Samenproben bei *Anagallis grandiflora, Collinsia bicolor, C. heterophylla, C. violacea, Dianthus*

[1] Abgebildet in *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. XII. Tafel II, Fig. 9 und 10.

plumarius, Fedia scorpioides, Scabiosa atropurpurea nana, Silene noctiflora und *Zinnia elegans*. Ferner in der zweiten Generation bei *Asperula azurea setosa* und *Viscaria oculata*.[1]

Schliesslich erwähne ich eine tetracotyle Pflanze von *Melampyrum pratense* (Fig. 44), deren erste Blätter oberhalb der Cotylen, statt decussirt zu sein, in einer sehr unregelmässigen Spirale angeordnet waren. Ich fand sie im Sommer 1887 im Freien unweit 'S Graveland. Sie ist deshalb wichtig, weil man meinen könnte, dass eine Spaltung der beiden Cotylen und namentlich eine beiderseits gleich tiefe Spaltung stattfinden könne, ohne irgend eine Veränderung in der Blattstellung



Fig. 45. *Antirrhinum majus*, Keimpflanzen mit terminalen Blättern. *A* tricotyl, die übrigen sind Atavisten aus derselben Rasse. *A*, *B* ein einziges terminales Blatt. *C* die beiden Blätter des ersten Wirtels einseitig verwachsen und terminal. *D* terminaler diphyller Becher.

mit sich zu führen. Solches kommt allerdings auch oft vor, der vorliegende Fall deutet aber auf eine tiefere, sich nicht immer auf die Cotylen beschränkende Ursache hin.

Terminale Blätter sind bis jetzt in der Teratologie eine äusserst seltene Erscheinung. Meine tricotylen Rassen von *Antirrhinum majus* haben mir aber die Gelegenheit gegeben, solche zu wiederholten Malen und in Hunderten von Exemplaren zu beobachten (Fig. 45).

Sehr bekannt ist das grosse terminale Blatt von *Gesnera Geroltiana*, welches Morren beschreibt, und dessen Abbildung in die Teratologie

[1] *Ber. d. d. bot. Ges.* l. c. S. 32—35, und die dort auf Tafel II gegebenen Abbildungen.

von MASTERS übergenommen wurde.[1] Die Pflanze trägt nur ein normales Blattpaar, dann geht der Stengel in ein senkrecht aufgerichtetes Blatt von doppelter normaler Grösse über. Man erkennt aber in der Abbildung den Knoten, auf welchen es eingepflanzt ist, und die einfachste Erklärung dieser sonderbaren Erscheinung ist die, dass man annimmt, dass dort aus irgend einem Grunde die Anlage des zweiten Blattes und das Wachsthum der Endknospe frühzeitig gestört wurde. BERNOULLI erwähnt ein ähnliches scheinbar terminales Blatt von *Coffea arabica,* und konnte sich für diesen Fall von der Richtigkeit der Erklärung durch mikroskopische Beobachtungen überzeugen.[2] Er beschreibt auch eine Stammspitze von *Fuchsia macrostemma,* welche an ihrem Ende ein trichterförmiges Blatt trägt.

Solche Gebilde, sei es von einzelnen, sei es von doppelten oder trichterförmig verwachsenen Blättern, tragen nun die erwähnten Rassen des Löwenmauls in der grösstmöglichen Abwechselung. Alle Zwischenstufen zwischen diesen und normalen Pflanzen kommen vor. Und zwar vorwiegend an den Keimpflanzen, meist den ersten oder zweiten Blattwirtel ersetzend, selten den dritten oder einen höheren, sehr selten im späteren Laufe des Lebens. Im Frühling 1894 hatte ich von der rothblühenden Sorte eine grössere Aussaat, welche auf vielen Hunderten von Keimpflanzen etwa 1 °/₀ solcher Abweichungen hervorbrachte. In späteren Jahren hatte ich deren meist mehr, im Frühling 1897 sogar etwa 10 °/₀ in sehr ausgedehnten Saaten einer gestreiftblüthigen tricotylen Rasse, was mir gestattete, ein grösseres Material in vollständigen Reihen auf Spiritus aufzubewahren. Am wichtigsten sind die Fälle, in denen man mit dem unbewaffneten Auge neben dem terminalen Blatte die Rudimente des gegenüberstehenden Blattes und der Endknospe deutlich sehen kann. Ich habe solche Pflänzchen vielfach ausgepflanzt, in der Hoffnung, sie noch für meine Zuchtculturen zu retten, meist aber vergeblich. Sie trieben den Hauptstamm nicht oder nur kümmerlich aus, und bildeten aus der Achsel eines tieferen Blattes oder eines Samenlappens einen Seitenzweig, der aber nur schwach blieb.

Bisweilen ist das dem Endblatte gegenüberstehende Organ etwas besser ausgebildet, meist aber ohne Hülfe des Mikroskopes nicht zu sehen. Ist dann das terminale Glied einnervig, so betrachte ich es

---

[1] CH. MORREN. *Bull. Acad. Belg.* T. XVII. Part. II. S. 387; M. T. MASTERS, *Vegetable Teratology.* S. 88, Fig. 40 und in DAMMER's *Uebersetzung,* S. 109, Fig. 41.

[2] G. BERNOULLI, *Ueber scheinbar terminale Blätter.* Botan. Zeitung. 1869. S. 19.

als ein einzelnes Blatt (Fig. 45 *A, B*). Ist das Gebilde aber zweigipfelig, mit verdoppeltem oder gespaltenem Nerven (Fig. 45 *C*), so vertritt es die beiden Blätter des Paares. Bisweilen sind diese nur einerseits verwachsen, der Stiel ist flach aber deutlich verbreitert, die Insertionsstelle leicht kenntlich. Oft aber ist der Stiel an seinem Grunde beiderseits verwachsen und bildet eine kleine Röhre, welche die Endknospe und den Vegetationspunkt umschliesst. Ist die Verwachsung beiderseits eine bedeutendere, so entstehen terminale Ascidien, welche in den meisten Fällen sich deutlich als zweiblätterig zu erkennen geben (Fig. 45 *D*).

Der Umstand, dass eine so seltene teratologische Erscheinung bei zwei alten Varietäten einer selben Art — der einfarbig rothen und der gelb und roth gestreiften — so regelmässig gefunden wird, deutet vielleicht darauf hin, dass die betreffende Eigenschaft beim Löwenmaul eine sehr alte ist, und bei genauerer Prüfung auch wohl bei anderen Culturvarietäten, vielleicht sogar bei der wilden Stammform nachgewiesen werden würde. Dass ich sie in tricotylen Rassen auffand, braucht nicht auf eine ursächliche Beziehung zu weisen, da ich beim Anfang meiner Culturen sofort die Tricotylen ausgewählt und allein von ihren Samen weiter cultivirt habe. Gäbe es eine solche Beziehung, so wäre die Thatsache, dass die Anomalie sowohl an zwei- als an dreikeimblätterigen Exemplaren vorkommt, sehr wichtig, denn sie würde zeigen, dass nicht die sichtbare Tricotylie selbst, sondern die entsprechende innere Eigenschaft als die Ursache anzusehen wäre. Hoffentlich giebt der Reichthum, in dem man sich jetzt die Anomalie verschaffen kann, einmal Veranlassung, auf diese Fragen näher einzugehen.

§ 19. Tricotyle Halbrassen.

Sehr viele Arten enthalten in nicht allzu kleinen Samenproben einzelne tricotyle Keime. Man braucht also, um einen Culturversuch anzufangen, nur ein genügendes Samenquantum zu kaufen und auszusäen. Die Saat liefert dann entweder keine Aberranten, oder deren sehr wenige, oder eine merkliche Anzahl. Im ersteren Falle bleibt die Möglichkeit offen, bei noch umfangreicherer Saat dennoch einzelne Tricotylen zu erhalten; im zweiten können die Varianten als Ausgangspunkt der Rasse weiter cultivirt werden und hat man Aussicht, eine Halbrasse zu bekommen. Im dritten Falle endlich besteht die Aussicht auf eine an Tricotylen reiche Mittelrasse.

Fast jährlich habe ich solche Versuche gemacht, namentlich aber

im Frühling 1895. Ich säte damals von etwa 40 Arten von einjährigen Blumenpflanzen je 20 Gramm Samen aus, oder bei sehr feinkörnigen Samen geringere Quanta, in der Absicht, mehrere tausend Keimpflanzen von jeder Art zu untersuchen. Ich führe zunächst die Arten der dritten Categorie an, welche also so viele Aberranten hatten, dass sich eine Mittelrasse erwarten liess, welche Erwartung, soweit geprüft, sich auch bestätigt hat, wie wir im nächsten Paragraphen sehen werden.

Tricotylen in käuflichen Samen.
(Frühling 1895.)

Arten	Dicotylen	Hemitricot.	Tricot.	Tetrac.
Chrysanthemum inodorum plenissimum	1 000	3	32	0
Silene orientalis alba	3 000	3	7	0
Papaver Rhoeas fl. pleno	3 000	1	15	1
Clarkia pulchella alba	4 000	5	5	0
Glaucium luteum	16 000	0	15	0
Nigella hispanica alba	10 000	0	15	0
Phacelia tanacetifolia	16 000	8	18	0
Helichrysum bracteatum	35 000	9	16	3

Mit Ausnahme von *Silene, Glaucium* und *Nigella* habe ich aus diesen Aussaaten die Mittelrassen isolirt. Wie bereits früher erwähnt, pflegen die Hemitri- und Tetracotylen seltener zu sein als die typischen Tricotylen. Einen sehr hohen Gehalt an Tricotylen (31 auf 100 Keimpflanzen) hatte im Frühling 1902 eine Samenprobe von *Lobelia Erinus.*

Sehr geringe Ernten an Tricotylen lieferten *Silene hirsuta,* welche deren 3 auf 80 000 Samen hatte, und ferner mit 1—2 Exemplaren auf je etwa 10 000 Keimen: *Argemone grandiflora, Aster tenellus, Clarkia elegans, Godetia amoena, Hyoscyamus pictus, Silene Armeria* u. a. Keine Tricotylen erhielt ich bis jetzt in Saaten von dem erwähnten Umfang bei *Argemone mexicana, Datura laevis, Hyoscyamus albus, Nigella damascena, Phacelia texana* u. s. w. Von 8 Arten von *Cerinthe* prüfte ich je 800 Samen und erhielt nur bei *C. bicolor, C. gymnandra* und *C. major* je eine tricotyle Pflanze, sonst keine.

Die hier erwähnten Samen waren aus der Handelsgärtnerei der Herren Haage & Schmidt in Erfurt bezogen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass man, wenn man Samen derselben Arten aus ausländischen Gärtnereien beziehen würde, andere Rassen treffen könnte, falls nämlich zwischen den betreffenden Firmen und den Erfurter Gärtnern kein Samenaustausch besteht.

Samen von wildwachsenden Arten enthalten gleichfalls nicht selten Tricotylen, aber wie es scheint, meist nur in geringeren Mengen. Aussicht auf Mittelrassen boten sie mir bis jetzt noch nicht. Ich nenne als Beispiele *Raphanus Raphanistrum* und *Epilobium hirsutum*, von denen ich 1 bezw. 2 Tricotylen in grösseren Saaten fand. Stammen die Samen der wilden Arten aus botanischen Gärten, so ist bisweilen der Gehalt an Tricotylen grösser, so z. B. bei *Silene noctiflora* (1892) 20 auf etwa 10 000 Keimen. Von Bäumen fand ich bis jetzt tricotyle Keimpflanzen häufig bei *Acer Pseud-Platanus* und *Fagus sylvatica*, ferner bei *Robinia Pseud-Acacia* und *Ulmus campestris.*

Um die Erbkraft der in solchen Saaten gefundenen Cotylvarianten beurtheilen zu können, habe ich sie mehrfach ausgepflanzt und isolirt blühen lassen. Man findet dann höhere Zahlen. So bei cultivirten Arten z. B. *Celosia cristata* 2 %, *Chrysanthemum Myconis* 1—2 %, *Oenothera longiflora* 1 %, *O. mollissima* 1 %, *O. undulata* 1 %, *Xylopleurum tetrapterum* 2 %, *Podolepis gracilis* 2 %, *Tetragonia expansa* 2 %, *Veronica longifolia* 4 %, und bei wilden Sorten: *Chenopodium album* 1 %, *Thrincia hirta* 1 % u. s. w., die beiden letzteren durch je drei Generationen. Weitere Beispiele geben die unten zu erwähnenden Anfänge meiner Culturrassen.

Vergleichen wir die gegebenen Verhältnisse mit Ausschluss derjenigen Arten, welche an Tricotylen so reich sind, dass sie vermuthlich Mittelrassen enthalten, so finden wir in den käuflichen, oder durch Tausch erhaltenen, oder im Freien eingesammelten Samenproben meist 0—1—2 Tricotylen auf etwa 10 000 Samen, während nach Isolirung der Tricotylen ihre Ernte meist etwa 1—2 % enthält. Die ursprüngliche Samenmischung muss also die Samen von sehr vielen Individuen ohne tricotyle Nachkommen enthalten haben.

Neben der Erbkraft der aus den gekauften Samen unmittelbar aufgegangenen Pflanzen, d. h. dem procentischen Gehalt an Tricotylen unter ihren Kindern nach isolirter Blüthe, steht die Frage, ob diese Erbkraft durch eine weitere Auslese im Laufe der Generationen sich wesentlich steigern lässt, oder ob sie in der Hauptsache dieselbe bleibt. Wie bereits mehrfach hervorgehoben, lehrt meine Erfahrung, dass es in dieser Beziehung zwei Fälle giebt. Bei einigen Arten gelangt man leicht durch Auslese zu einem Gehalt von 50 % Tricotylen und darüber, bei anderen gelingt solches auch bei vieljähriger Ausdauer nicht. Die Frage ist also, ob in der gegebenen Samenprobe eine Mittelrasse vorhanden ist oder nicht. Ist sie da, so lässt sie sich sofort isoliren, ist sie nicht da, so ist keine Selection im Stande, sie zu erzeugen.



O. lata *O. Lamarckiana* *O. nanella*

Oenothera lata × nanella.
Die drei aus dieser Kreuzung entstehenden Formen.

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.





Hyoscyamus pallidus × niger.

A. H. niger. *B. H. pallidus.*

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.



Die Versuche, in denen die Isolirung gelang, werde ich in § 21 besprechen, die misslungenen Selectionsversuche aber zerfallen in zwei Gruppen, je nachdem es sich sofort oder erst viel später herausstellt, dass keine Mittelrasse zu bekommen ist. In der ersten Gruppe gab es entweder gar keinen Fortschritt in der Erbzahl, oder doch einen so geringen, dass ich nach 3—4 Generationen die Culturen aufgegeben habe. Denn wenn man nach dieser Zeit nur bis 1—2 % oder höchstens 4 % gelangt ist, oder bei einer höheren Zahl nur ein Hin- und Herschwanken und keine regelmässige Zunahme sieht, wie viele Jahre müsste man dann wohl arbeiten, um den vollständigen Beweis zu liefern, dass nichts zu erreichen ist. Diese kürzeren Versuche sollen in diesem Paragraphen behandelt werden.

In der zweiten Gruppe habe ich namentlich zwei Culturen durch längere Zeit fortgesetzt, und zwar mit *Amarantus speciosus* bis jetzt durch neun Generationen, und mit *Scrophularia nodosa* durch zehn Generationen; beide sind noch im Gange, obgleich es jetzt wohl über allen Zweifel erhaben sein dürfte, dass sie aussichtslos sind. (Vergl. § 20.) Aber, wie ich bereits im ersten Bande betonte (S. 570), es sind gerade die misslungenen Selectionsversuche, welche uns den tiefsten Einblick in das Wesen der elementaren Eigenschaften geben.

Nach dieser Uebersicht komme ich zu der Beschreibung meiner Versuche. Ich erwähne dabei nur diejenigen, welche in der bestimmten Hoffnung angefangen sind, eine tricotyle Rasse zu züchten, und welche ausschliesslich mit diesem Zweck während etwa 3—4 Generationen fortgesetzt wurden, bis sich zeigte, dass nur eine Halbrasse zu erhalten war. Der Umfang der Culturen war ein sehr verschiedener, je nach der Bedeutung, welche ich ihnen anfangs beilegte. Ich behandle zunächst die *Oenothera rubrinervis*, weil diese Halbrasse später zu einer Kreuzung zwischen einer Halb- und einer Mittelrasse benutzt wurde (§ 25).

Oenothera rubrinervis. Auf S. 192 des ersten Bandes ist im Stammbaum der *Laevifolia*-Familie die Entstehung von 2 Exemplaren von *O. rubrinervis* im Jahre 1889 verzeichnet. Diesen beiden Mutanten folgten von 1890 – 1895 sechs Generationen, in deren ersteren bis 1891 keine Tricotylen beobachtet wurden. Solche zeigten sich im Frühling 1892, und mit ihnen fing die Cultur der tricotylen Halbrasse an. Aus vielen Tausenden von Keimlingen suchte ich die Tricotylen aus und pflanzte sie einzeln in Töpfe mit stark gedüngter Erde. Ich erhielt 22 kräftige Pflanzen, welche an einer isolirten Stelle frei blühten. Die Samen wurden für jede Mutter getrennt eingesammelt, die Mütter dabei in der Reihenfolge der individuellen

Kraft mit Nummern belegt. Die fünf kräftigsten Pflanzen lieferten auf je 700—900 Keimlingen 1·5, 1·9, 2·3, 2·6 und 2·8 % Tricotylen; die übrigen, schwächeren Exemplare nur 0—1 %, im Mittel aus 8000 Keimen 0·7 %. Die Erbzahl 2·8 % wurde auf einer sehr kräftigen Pflanze erhalten, sie wurde in den drei folgenden Generationen, trotz der Auslese, fast nie wieder erreicht und kaum überschritten.

Nur von den fünf besten Müttern wurden Kinder ausgepflanzt, und zwar nur tricotyle Exemplare; es waren nahezu 70 Stück, welche einzeln in Töpfe mit gedüngter Erde gesetzt wurden (1893). Mitte Mai kamen sie, in Entfernungen von etwa 30 Cm., auf's Beet, wo sie im August isolirt, aber unter gegenseitiger Kreuzung durch Insekten blühten. Im Frühling 1894 wurden für jedes Exemplar die Samen getrennt ausgesät, und als die Keimlappen völlig entfaltet waren, für jede Mutter 300 und für die 20 anscheinend besten je 1000 oder mehr Keimlinge gezählt. Im Ganzen umfassten die Zählungen 45 000 Keimpflänzchen, und lieferten sie 170 Tricotylen, also etwa 0·4 %. Unter ihnen waren 12 Hemitricotylen und 1 tetracotyles Exemplar. Auch gab es einzelne Syncotylen. Die besten Mütter hatten nur 0·8—1·1 %. Von ihnen, sowie von einigen mit 0·5—0·6 % wurden die tricotylen Kinder, soweit sie kräftige Pflänzchen waren, in derselben Weise ausgepflanzt wie im vorigen Jahre. Während der Blüthe wurde die Inflorescenz einer jeden Pflanze mittelst eines Pergaminbeutels vor Insektenbesuch geschützt und künstlich befruchtet, in der Hoffnung, dadurch vereinzelte bessere Erben sicherer zu ermitteln.

Ueber die Ernte von 1894 habe ich S. 221 nach den im Frühling 1895 gemachten Zählungen eine Curve gegeben. Es gab zwei Mütter, welche gegenüber den früheren Jahren einen Fortschritt zeigten, da sie 3·5 und 3·7 % Erben hatten, doch war der Unterschied kein sehr wesentlicher. Es waren im Ganzen 87 Samenträger. Da ich im Jahre 1894 die Kinder der einzelnen Grossmütter von 1893 gruppenweise zusammengepflanzt hatte, konnte ich jetzt nicht nur eine Wahl zwischen den Müttern, sondern auch zwischen den Grossmüttern treffen. Nur von derjenigen Grossmutter, deren Kinder im Mittel die höchste Erbzahl hatten, wurden Grosskinder ausgepflanzt. Durch eine solche Grossmutterwahl wird also trotz der grösseren Culturen der Stammbaum schliesslich wieder ein individueller, in jeder Generation nur ein ausgewähltes Individuum umfassender. Die Methode vereinigt also dieses Princip mit der grösseren Sicherheit, welche durch umfangreichere Culturen

und durch die doppelte Wahl erreicht wird. Ich habe sie auch sonst vielfach angwandt.

Ausgepflanzt wurden somit von einer Grossmutter mit 1·0 % und von ihren sechs Kindern mit 0·9—2·1 % im Ganzen 54 tricotyle Exemplare (1895). Diese wurden beim Anfang der Blüthe alle zusammen durch feine Gaze überdeckt und gegen Insectenbesuch geschützt, und später täglich oder jeden zweiten Tag künstlich befruchtet. Für jede Pflanze wurden etwa 300 Keime gezählt; die Erbzahlen waren meist 0—1·2, im Mittel 0·8 %; zwei Mütter hatten 1·4 und eine 2·0 %. Also wiederum kein Fortschritt. Die Kinder der sechs Mütter bildeten Gruppen, welche unter sich nur sehr geringe Unterschiede zeigten (drei mit 0·7 und drei mit 0·8 % im Mittel).

Stelle ich die im Laufe der Generationen erhaltenen höchsten Erbwerthe zusammen, so habe ich also

	Frühling			
	1893	1894	1895	1896
Höchste Erbzahlen	2·8 %	1·1 %	3·7 %	2·0 %
Ausgewählte Samenträger	2·8 „	1·0 „	2·1 „	—

Man sieht also ein Schwanken innerhalb ziemlich enger Grenzen, aber keinen Fortschritt im Laufe von vier Generationen. Es schien mir daher überflüssig, den Versuch noch weiter fortzusetzen. Gewiss würde eine weitere Auslese im Laufe der Jahre eine geringe Verbesserung bringen, aber wohl ohne wesentliche Bedeutung, und jedenfalls war die Aussicht, eine Rasse mit etwa 50 % Tricotylen zu erhalten, hier nicht vorhanden.

Wie erwähnt, werde ich in dem letzten Paragraphen dieses Kapitels einen Kreuzungsversuch dieser Halbrasse mit einer tricotylen Mittelrasse einer verwandten Art (*Oenothera hirtella*) beschreiben.

Chenopodium album. Eine tricotyle Pflanze blühte 1889 isolirt in meinem Garten und gab auf etwa tausend Keimlingen im Frühling 1890 1 % tricotyle. Von diesen wurden vier weiter cultivirt; ihre Samen gaben wiederum nur 1 % Erben. Die dritte Generation war also nicht besser als die zweite.

Dracocephalum moldavicum (Fig. 46). Im Frühling 1892 hatte ich aus etwa 20 000 käuflichen Samen nur einen Aberranten, der hemitricotyl war. Seine Samen lieferten 1893 5 Tricotylen und 2 Hemitricotylen auf 4000 Keimen, also etwa 0·2 %. Ihre Samen wurden getrennt geerntet, und da die Aussicht eine geringe war, in grösseren Mengen gezählt. Ich zählte je 800—2900, im Ganzen etwa 15 000 Keimlinge und fand 0·2—0·4 % an Tricotylen (und

Hemitricotylen). Eine Wahl war also zwischen den einzelnen Müttern kaum berechtigt. Es wurden ausgepflanzt (1894) 12 Tricotylen, deren Stamm dreizählig geblieben, und 12 Tricotylen, deren Stamm zweizählig geworden war. In dieser Cultur kamen mehrere schöne Fasciationen und einige Fälle von Zwangsdrehung vor (S. 231). Die Samen wurden getrennt geerntet; sie ergaben im Frühling 1895 wiederum nur 0·1—0·4 $^0/_0$ an Tricotylen. 17 Exemplare aus den Keimschüsseln mit 0·2—0·4 $^0/_0$ wurden ausgepflanzt, in Entfernungen von etwa 1 Meter; die Samen gaben aber (1896) meist gar keine Tricotylen, auf fünf Müttern aber deren 0·3—0·7 $^0/_0$.



Fig. 46. *Dracocephalum moldavicum.* Ganze Pflanze.

Die Auslese hat also in vier Generationen keinen wesentlichen Fortschritt herbeigeführt.

Lychnis fulgens. Die tricotylen Keime dieser Art sind meist schwach, ihre Cultur somit schwierig und ihre Ernte gering. Im Jahre 1892 hatte ich eine tricotyle Pflanze, deren Samen 5 $^0/_0$ Erben gaben. Aus diesen erreichte ich im Frühling 1894 etwa 13 $^0/_0$, darunter eine tetracotyle Pflanze; die meisten Tricotylen blieben nachher dreizählig. Sie gaben 3—11 $^0/_0$ Erben (1895), im Mittel 6 $^0/_0$. In der nächsten, also fünften Generation (Frühling 1896), erhielt ich 2—8 $^0/_0$ Erben pro Mutter und von einer Mutter auf 110 Keimen 21 Tricotylen, also 19 $^0/_0$, aber als sehr ungenaue Erbzahl, welche nicht als Beweis für einen Fortschritt betrachtet werden konnte.

Pentstemon gentianoides. Aus käuflichen Samen hatte ich im Jahre 1892 vier tricotyle Pflanzen; sie gaben unter ihren Erben 0·3, 1·0, 2·6 und 3 $^0/_0$ Tricotylen (1893). Von der besten Mutter pflanzte ich die tricotylen Keimlinge aus; es gelangten aber nur sechs zur Blüthe. Ihre Samen enthielten (März 1892) 4—12 $^0/_0$, im Mittel 7 $^0/_0$ Erben. Nur von den Mutterpflanzen mit 10—12 $^0/_0$ Erben wurden die tricotylen Kinder ausgepflanzt. Es gelangten 8 Tricotylen, 6 Hemitricotylen und 2 Tetracotylen zur Blüthe. Die ersteren gaben in ihren Samen 0—3·3, im Mittel 2·8 $^0/_0$ Erben, die Hemitricotylen 1·2—5·4, im Mittel 4·8 $^0/_0$ und die beiden Tetracotylen 10 und

11 %, unter denen aber nur eine Keimpflanze wiederum vier Samenlappen hatte. Es wurden die Kinder sowohl von diesen tetracotylen als von den besten der übrigen Mütter ausgepflanzt (1895). Ihre Ernte war nur für 8 Pflanzen eine ausreichende, sie ergab meist 0—12 % und im Maximum 15 %. Letzteres auf 300 Keimlingen aus den Samen eines Kindes von einer der beiden tetracotylen Grossmütter.

Die maximalen Erbzahlen waren also in den letzten drei Generationen 12—11 und 15 %, also wiederum keinen deutlichen Fortschritt anzeigend.

Polygonum Convolvulus. Eine tricotyle Pflanze blühte 1888 isolirt in meinem Garten. Ihre Samen gaben nur normale Keimlinge (1889). Aus diesen hatte ich auf 4000 Samen 1450 Keimpflanzen, unter denen 12 tricotyl waren. Also etwa 1 % (1890). Von sechs tricotylen Pflanzen erntete ich die Samen getrennt, und erhielt auf je 1000 Keimlingen 1·0—2·4 % Erben. Aus diesen lieferte die nächste Generation, im Frühling 1892, von 12 Müttern meist nur 1 %, in zwei Fällen 1·5 und 2 %. Es wurden 17 Exemplare ausgepflanzt; ihre Ernte ergab im April 1893 0·5—2 % Erben, auf je 200—400 Keimen, von denen 12 Tricotylen zur Blüthe gelangten. Die nächste Generation, April 1894, enthielt im besten Falle 2·8 % Erben, die darauf folgende 0—2 % von acht Müttern (1895), und die letzte oder neunte Generation nur wiederum 2 %.

Silene conica. Aus durch Tausch erhaltenen Samen hatte ich im Jahre 1892 einige wenige Tricotylen in Blüthe. Ihre Samen gaben unter 1000 Keimlingen 3 Tricotylen. Ich pflanzte diese und einige dicotyle Keime aus und hatte im Mai 1894 0·2—1 % Tricotylen auf je 350—800 Keimpflanzen pro Mutter. Es wurden 8 Tricotylen ausgepflanzt, deren Ernte im Frühling 1895 bis 2 % Erben gab. Aus diesen erhielt ich im Jahre 1895 die vierte Generation, deren Samen von 4 Müttern gar keine, in einem Falle (auf 500 Atavisten) zwei Tricotylen lieferten.

Silene conoidea wurde, wie die vorige Art, im Jahre 1892 durch Tausch erhalten und gab einige tricotyle Keime. Aus deren Samen hatte ich im nächsten Frühling etwa eben so viele tricotyle Keimlinge wie bei der anderen Art, und in der darauf folgenden Generation (1894) 3 % tricotyler Exemplare auf 407 Keimen aus Samen einer tricotylen Mutter. Diese 12 Tricotylen wurden dann allein ausgepflanzt und ihre Samen im Spätsommer getrennt geerntet. Von jeder Probe wurden 300—900 Keime, und nur in zwei Fällen, in denen die Ernte zu gering war, 200 Keimlinge gezählt. Die Ernte enthielt meist 0·5—1·5 und in einem Falle (auf 316 Keimen) 3 %

Tricotylen. Alle kräftigen tricotylen Keimpflanzen wurden ausgepflanzt, aber so, dass die Kinder der einzelnen Mütter gruppenweise zusammenblieben. Für jedes Exemplar wurde die Ernte getrennt eingesammelt und ausgesät, und auf etwa 300 Keimen der Gehalt an Tricotylen bestimmt. Dieser wechselte für die 26 Samenträger zwischen 0 und 4·2 %. Die Gruppen zeigten keine Beziehung zu der Erbzahl ihrer Mütter; sowohl für die Mütter mit 0·5 %, als für diejenigen mit 2 % und mit 3 % hatten die Kinder im Mittel 0·6 %, dagegen hatten die 12 Kinder der Mütter mit 1 % im Mittel wiederum 1 %, auch ergab sich hier die höchste Zahl 4·2 %.

Die maximalen Erbzahlen in den drei auf einander folgenden Generationen waren somit 3, 3 und 4 %, also wohl in der Hauptsache constant.

Bei *Silene noctiflora* habe ich gleichfalls während vier Generationen (1891—1894) die Tricotylie verfolgt, und in dem Grade von 1—2 % erblich gefunden, aber ohne darüber genauere Angaben zu machen.

Spinacea oleracea. Der Spinat enthält in seinen Samen auch tricotyle Keime; ich benutzte den holländischen Spinat mit glatten runden Samen ohne Dornen, eine schöne, durchaus constante Form. Ich fand im Jahre 1892 ein tricotyles Exemplar, und erzog dieses inmitten einiger normaler Pflanzen, da die Art zweihäusig ist. Die erste Prüfung der Ernte gab auf 1000 Keimpflanzen 5 tricotyle und 1 hemitricotyle, also 0·6 %. Darauf wurden aus mehreren Tausend Keimlingen die besten Tricotylen ausgesucht. Es waren 13 Pflanzen. Als sie blühten, zeigten sich unter ihnen einige einhäusige Exemplare, wie solches bei dieser Art öfter vorkommt, und auch bei *Cannabis sativa, Mercurialis annua* u. a. beobachtet wird. Von fünf weiblichen oder einhäusigen Pflanzen erntete ich die Samen getrennt, und hatte unter den Keimpflanzen 0, 0, 0, 1 und 2 % Erben, von denen nur vier zur Blüthe gelangten. Es waren ein männliches und drei weibliche Exemplare, welche letzteren reichlich Samen trugen. Sie gaben 0, 0 und 2 % Erben, letzteres auf 430 Keimpflanzen. Im Sommer 1895 blühten die Tricotylen, und indem ich die Ernten der einzelnen weiblichen Pflanzen getrennt einsammelte, konnte ich im Frühling 1896 den Gehalt an Erben für jede Mutter bestimmen. Dieser wechselte zwischen 0 und 3 % und erreichte in einem Falle 4 % (Mittel 1·5 %).

Zusammenfassung. Die Ergebnisse der mitgetheilten Versuche zeigen alle, dass in den betreffenden Fällen während drei Jahren möglichst scharfer Selection kein zuverlässiger, und jedenfalls kein wesentlicher Fortschritt erreicht wurde. Wir können die einzelnen Beispiele in zwei Gruppen zusammenfassen. Meist war der Gehalt an Tricotylen

1—2 %, und erreichte er 3 % und 4 % so selten, dass diese Zahlen vielleicht als Folgen der stets vereinzelt vorkommenden extremen Zählungsfehler betrachtet werden dürfen (vergl. Kap. I dieses Abschnittes). Bei zwei Arten war der Gehalt etwa 10—15 %; diese beiden waren perennirende Formen, welche in meinen einjährigen Culturen nur wenig Samen bildeten. Es waren *Lychnis fulgens*, von 1892—1895 mit 5, 13, 11 und 8—19 % Tricotylen, und *Pentstemon gentianoides* in denselben Jahren mit 3, 12, 11 und 15 %. Sie sind vielleicht am besten von der weiteren Betrachtung der Gruppe auszuschliessen. Fasse ich dann meine Zahlen unter dieser Einschränkung zusammen, so bekomme ich ein sehr einheitliches Bild über die Erblichkeit der Tricotylie in Halbrassen bei fortwährender Selection.

Ich erhalte dann die folgende Uebersicht:

Erblichkeit der Tricotylie in den Halbrassen bei alljährlicher Selection.

	Erste Generation	Maximale Erbzahlen in den Frühlingen von:						
		1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Oenothera rubrinervis . .	1892	—	—	—	2·8	1·1	3·7	2
Chenopodium album . . .	1889	1	1	—	—	—	—	—
Dracocephalum moldavicum	1892	—	—	—	0·2	0·4	0·4	0·7
Polygonum Convolvulus .	1888	1	2·4	2	2	2·8	2	—
Silene conica	1892	—	—	—	0·3	1	2	0·4
„ *conoidea*	„	—	—	—	3	3	4	—
Spinacia oleracea	„	—	—	—	0·6	2	2	4

Es giebt somit tricotyle Halbrassen, welche auch bei sorgfältiger Selection nur wenige Procente von dieser Anomalie hervorzubringen im Stande sind. Und soweit man aus indirecten Daten schliessen darf, scheinen solche Halbrassen im Pflanzenreiche äusserst verbreitet zu sein. Käufliche oder in Gärten oder im Freien eingesammelte Samenproben, welche auf 10 000 Keimlingen nur ganz einzelne Aberranten enthalten, deuten meist sehr zuverlässig auf solche Halbrassen hin.

§ 20. Tricotyle Mittelrassen entstehen nicht durch Selection.

Im ersten Abschnitt des ersten Bandes habe ich aus der botanischen, der gärtnerischen und namentlich der in dieser Hinsicht so bedeutungsvollen landwirthschaftlichen Literatur eine lange Reihe

von Thatsachen zusammengestellt, welche mir die Unmöglichkeit ausreichend zu beweisen scheinen, die Entstehung von Artmerkmalen durch Selection als allgemeinen Satz darzustellen. Die specielle Fassung dieses Satzes in Bezug auf die Tricotylie findet ihre Berechtigung in den Versuchen des vorigen Paragraphen, wie sie in der Tabelle auf voriger Seite zusammengestellt wurden. Dieses Ergebniss ist in völliger Uebereinstimmung mit den Erfahrungen, welche ich sonst auf dem Gebiete der Enstehung von Arten und von constanten Rassen (im Gegensatz zu den Zuchtrassen, vergl. Bd. I, S. 424) gesammelt habe. Jede durch künstliche Zuchtwahl entstandene landwirthschaftliche, sogenannte veredelte Rasse oder Zuchtrasse hat nur eine verhältnissmässig geringe Beständigkeit (v. Rümker); dagegen entstehen die sogenannten erblichen oder constanten Rassen nicht durch Selection, möge diese auch noch so lange anhalten, und mit noch so viel Scharfsinn und Ausdauer fortgesetzt werden.[1] Die unterscheidenden Namen sind ohne Zweifel nicht sehr praktisch und vielfacher Kritik ausgesetzt; die zweierlei Arten von Rassen, welche sie andeuten, sind durchaus getrennte, in der Natur und in der Cultur scharf unterschiedene Sachen. Aber leider kann man es einem einzigen Individuum meist nicht ansehen, wozu es gehört; nur die Nachkommenschaft entscheidet, und diese nicht selten erst im Laufe einiger Generationen. Aber wir stehen ja beim Anfang unseres Jahrhunderts gerade auf der Schwelle, wo die Systematik sich von einer vergleichenden zu einer experimentellen Wissenschaft zu erheben hat.

Die Versuche des vorigen Paragraphen umfassen meist vier Generationen, also eine viermalige Auslese von tricotylen Exemplaren, und eine meist dreimalige Wahl von solchen mit den anscheinend höchsten Erbzahlen. Aber vielleicht könnte man vermuthen, dass unter den ausgewählten Fällen ungünstige vorkommen, und dass eine viel länger anhaltende Selection dennoch zum Ziele führen würde.

Um darüber Gewissheit zu erlangen, habe ich, wie oben S. 241 erwähnt wurde, die Versuche mit zwei Arten (denen ich später noch eine dritte zugefügt habe) durch je etwa zehn Generationen fortgesetzt, und der Selection jede mögliche Sorge und jeden erwünschten Umfang der Culturen gewidmet. Das Ergebniss war ein wirklicher Fortschritt, der in beiden Fällen von etwa 1—2 % bis auf einen Gehalt hinaufführte, der in den Samen einzelner Mütter sogar 25 % erreichte. Aber vom Merkmal der Mittelrasse, einem mittleren Gehalt von 50 % und darüber, blieben die Rassen auch jetzt noch weit entfernt, und

[1] Vergl. Bd. I, S. 76.

alle Umstände deuten darauf hin, dass ein solcher auch hier auf dem gewählten (bis jetzt einzig möglichen) Wege nicht zu erreichen ist.[1]

Die beiden Versuchspflanzen waren *Amarantus speciosus* und *Scrophularia nodosa.* Die erstere ist eine einjährige, wegen ihres hohen Wuchses und ihrer rothbraunen Farbe vielfach cultivirte Gartenpflanze (Fig. 47), die zweite eine wildwachsende perennirende Art, welche in hiesiger Gegend sehr häufig ist (Fig. 48). Sie blüht bereits im ersten Jahre und lässt sich ganz bequem in einjährigen Generationen cultiviren. Beide Arten sind im vorigen Paragraphen nicht mit aufgenommen worden, um den Lauf meiner Versuche hier ununterbrochen darstellen zu können.

Die Hoffnung, welche ich bei diesen Versuchen anfangs hegte, ist zwar getäuscht worden, doch glaube ich, dass es seinen Nutzen haben dürfte, sie hier wenigstens anzudeuten. Nach der herrschenden Selectionslehre müsste man glauben, dass man, durch stetige Selection der tricotylen Individuen, allmählich zu einer immer reicheren Rasse aufsteigen würde, bis man schliesslich eine nur aus solchen Exemplaren zusammengesetzte constante neue Varietät oder Unterart erhalten würde. Diese Theorie bietet wiederum verschiedene Möglichkeiten. Berücksichtigt man das Regressionsgesetz (Bd. I, S. 60), so bleibt das Mittel der erreichten Rasse immer weiter bei den ausgelesenen und auszulesenden extremen Varianten zurück, und gelangt man thatsächlich nie zu einer constanten Rasse. Vernachlässigt man dieses Gesetz, wie das jetzt sehr beliebt ist, so kann man einen stetigen und gleichmässigen Fortschritt annehmen, wie er einzig und allein die Entstehung der Arten des Pflanzen- und Thierreiches in ihren grossen Zügen auf Grund der Selectionslehre zu erklären vermag. Schliesslich kann man die Hypothese von der einseitigen Steigerung der Variabilität durch die Auslese (Bd. I, S. 416) zu Hülfe nehmen; man kehrt dann zwar wieder zu den Thatsachen zurück, unterlegt diesen aber, wie ich im ersten Bande nachzuweisen versucht habe, eine unrichtige und gezwungene Erklärung.

Die erste Hypothese würde also eine variable, nie völlig constante tricotyle Rasse erwarten lassen, eine Hochzucht im landwirthschaftlichen Sinne des Wortes. Die zweite würde eine stetige ununterbrochene Zunahme des Gehaltes an tricotylen Erben bis zur constanten tricotylen Unterart ergeben. Die dritte würde eine zunehmende Geschwindigkeit des Fortschrittes in Aussicht stellen. Weder das Eine noch das Andere hat stattgefunden. Wenn man von einer Hochzucht

[1] Die Versuche sollen auch fernerhin fortgesetzt werden.

reden will, so erhielt ich eine Halbrassen-Hochzucht, mit einem mittleren Gehalte von nur etwa 10—15 % Erben, der von der Wahl von Samenträgern mit etwa 25 % Erben abhängig ist, und durch Selection vielleicht noch etwas verbessert werden kann. Ueber die zweite Hypothese wird sich erst im Laufe der nächsten Jahrzehnte entscheiden lassen; sie entfernt sich von den Thatsachen so weit, dass ihr mit solchen fast nicht beizukommen ist. Doch spricht in meinen Versuchen nichts für sie. Eher würden sich aus diesen noch Beweise für die dritte Annahme entnehmen lassen, denn thatsächlich scheint der Fortschritt nach den ersten Jahren allmählich etwas rascher zu werden. Aber dazu ist zu bemerken, dass die Auslese anfangs eine sehr schwierige ist, da die Tricotylen dann noch äusserst selten sind und stets viele unter ihnen zu schwach sind für die weitere Cultur. In den späteren Jahren kann man aus Hunderten von tricotylen Keimlingen stets die kräftigsten auswählen, oder sich auf die besten Erben der besten Mütter und Grossmütter beschränken (vergl. S. 242), und so eine viel schärfere Wahl treffen. Der raschere Fortschritt ist dann aber durch die Technik der Culturen, nicht aber durch das Princip der Steigerung der Variabilität bedingt.

Diesen aus der Selectionslehre abzuleitenden Erwartungen gegenüber habe ich anfangs die Hoffnung gehegt, dass es dennoch irgend welche Beziehung zwischen der Variabilität und der Mutabilität geben möchte.[1] Ich dachte mir, dass vielleicht auch das Vermögen, Mutationen hervorzubringen, von äusseren Einflüssen bedingt, und also selbst variabel sein dürfte. Und die wechselnden Mutationscoëfficienten meiner Oenotheren schienen mir dafür zu sprechen.[2] Dann müssten die Lebensbedingungen, welche die Variabilität in der Halbrasse nach der Plus-Richtung bewirken, vielleicht dieselben sein, welche schliesslich zu einem Sprunge, zu einer Mutation führen und dadurch die plötzliche Entstehung einer Mittelrasse aus der Halbrasse bewirken würden. Dieses wäre ja vielleicht der kleinste Sprung unter allen den möglichen Formen von Mutationen.[3] Wenn es überhaupt erreichbar sein soll, durch die Wahl der Lebensbedingungen und durch die Auslese der von diesen in der gewünschten Richtung beeinflussten Individuen[4] zu einer Mutation zu gelangen, so müsste sich solches wohl

[1] Vergl. meine *Intracellulare Pangenesis.*

[2] Vergl. Bd. I, S. 239 u. s. w.

[3] Vergl. Bd. I, S. 424, ferner über Prämutation S. 352 und über Varietäten und Unterarten S. 455.

[4] *Alimentation et sélection.* Volume jubilaire de la Société de Biologie 1899, und Bd. I, S. 100: Die Zuchtwahl ist die Wahl der am besten ernährten Individuen.

am ersten auf der Grenze der Halbrassen und der entsprechenden Mittelrassen erwarten lassen. Meine Hoffnung war also stets, dass einmal, ebenso wie bei der Gewinnung von *Chrysanthemum segetum plenum* aus *C. segetum grandiflorum,* aus meinen verbesserten Halbrassen plötzlich eine Mittelrasse hervorgehen würde, welche dann nach Isolirung sofort etwa 50 %, und durch weitere Cultur in wenigen Jahren höhere Zahlen, vielleicht bis 80 und 90 %, liefern würde. Denn so verhalten sich die tricotylen Mittelrassen, wenn man sie zufällig auffindet und isolirt (§ 21).

Einen solchen Sprung hat es aber leider in meinen Culturen bis jetzt nicht gegeben. Ich habe für beide Arten in einem Jahre für bis etwa 300 Samenträger die Erbzahl in ihren Samen bestimmt, aber ohne Erfolg. Ich habe jede Art von Cultur versucht, bei *Scrophularia* auch die Samen des zweiten, bisweilen des dritten Jahres ausgesät, aber auf jeden Fortschritt folgte ein Rückschlag. Ich glaube alles versucht zu haben, was mir bis dahin möglich war, und mehr Ausdauer gehabt zu haben, als je bei botanischen Züchtungsversuchen aufgewandt wurde, und solches trotzdem das Ziel immer deutlicher sich als unerreichbar zu erkennen gab. Alles hat nichts geholfen, die Halbrassen blieben Halbrassen, die Aussicht auf eine Mittelrasse ist jetzt thatsächlich keine grössere als sie anfänglich war.[1]

Ich komme jetzt zu der Beschreibung meiner beiden Versuche.

Amarantus speciosus (Fig. 47). Von dieser schönen, meist $1^1/_2$—2 Meter hohen Gartenpflanze hatte ich im Jahre 1889 ein tricotyles und ein hemitricotyles Exemplar; sie blühten zusammen, aber von anderen Amaranten weit entfernt.[2] Ich erntete die Samen getrennt, säte aber nur diejenigen der hemitricotylen Pflanze. Diese hatte eine kleine kammförmige Verbreiterung im Gipfel der Rispe, wie das auch später oft in dieser Rasse vorgekommen und in Fig. 47 abgebildet ist. Die Samen lieferten auf 110 Keimlingen vier tricotyle und einen hemitricotylen, also etwa 4·5 %. Die Erblichkeit stellte sich also sofort als günstiger heraus, als in den meisten anderen untersuchten Halbrassen (§ 19). Die Cultur war aber ungünstig, nur eine hemitricotyle Pflanze gelang es zur Blüthe zu bringen, und es mussten aus Vorsicht daneben auch einige Atavisten cultivirt werden. Ich erntete aber nur Samen von dem hemitricotylen Exemplare; diese

[1] Dennoch müssen die Mutationen äussere Ursachen haben, und muss es einmal gelingen, diese aufzufinden. Aber vielleicht auf anderem Wege.

[2] *Amarantus speciosus* wird von einigen Autoren als Unterart zu *A. paniculatus* gerechnet.

enthielten auf 250 Keimlingen 6 tri- und 5 hemitricotyle Pflanzen, also etwa 4·5 %, wie in der vorigen Generation. Ich brauchte aber jetzt nur die Aberranten auszupflanzen, von denen ich die meisten am Leben erhielt. Aber nur einer brachte es zur Blüthe; es war ein tricotyles, reich verzweigtes, gedrungenes, nur 1 Meter hohes



Fig. 47. *Amarantus speciosus.* Gipfel einer 2 Meter hohen Pflanze aus der tricotylen Halbrasse.

Exemplar. Es trug reichlich Samen, und dieser war viel reicher an Tricotylen und Hemitricotylen als die vorigen Generationen. Ich zählte auf 700 Keimlingen 89 Aberranten, also etwa 13 %.

Es war somit jetzt in der vierten Generation (1892) ein sehr wesentlicher Fortschritt erreicht worden, und dieser hat sich seitdem, trotz bedeutender Schwankungen, erhalten. Bis dahin war meine Wahl jedesmal eine so beschränkte, dass nur Hemitricotylen zu

Samenträgern wurden; von jetzt an hatte ich Hemitricotylen und Tricotylen in genügender Anzahl. Während vier Jahren habe ich dann in beiden Richtungen gewählt, und gleichzeitig eine tricotyle und eine hemitricotyle Rasse gehalten (1892—1896). Als sich dabei aber, wie bereits in § 17 erwähnt, kein sehr wesentlicher Unterschied zwischen ihnen ergab, habe ich dann die hemitricotyle Zucht aufgegeben und nur die tricotyle fortgesetzt. Im Folgenden soll also nur die weitere Geschichte dieser letzteren beschrieben werden.

Bevor ich dazu übergehe, ist aber einiges über die Cultur mitzutheilen. Meine Aussaaten finden in Keimschüsseln mit sterilisirter Gartenerde statt; diese ist ungedüngt. Sobald die Cotylen völlig entfaltet sind und bevor das erste Blatt sichtbar wird, werden die Keime gezählt; dabei werden die zweisamenlappigen alle oder nahezu alle ausgezogen und nur die Aberranten gespart. Aus den letzteren wähle ich eine genügende Anzahl der kräftigsten Exemplare und pflanze sie einzeln in Töpfe mit stark gedüngter Erde. Der Dünger ist vorzugsweise Stickstoffdünger. Gestattet es die Keimung, so bekommt jeder Topf zwei Tricotylen, von denen später der schwächere getödtet wird. Das erwähnte Auspflanzen findet im April oder Mai statt; die Töpfe bleiben bis Juni im Garten unter Glas, wenigstens in der Nacht. Die Pflanzen kommen dann in Entfernungen von 20—30 Cm. auf das Beet und werden später von den grösseren Seitenzweigen befreit, um einander nicht zu schädigen. Die Pflanzen sind monöcisch, die männlichen und die weiblichen Blüthen stehen dicht neben einander. Es scheint vorzugsweise Selbstbefruchtung stattzufinden, und isolirte Exemplare tragen eben so reichlich Samen wie die in Gruppen cultivirten. Die Samen fallen nicht aus; sind deren so viele reif, als man wünscht, so schneidet man die ganze Rispe ab und reibt sie zwischen den Händen aus. Zur Aussaat genügt 1 Ccm. Samen pro Pflanze, oft weniger; ich erntete in der Regel etwa 4—5 Cm. von jedem Individuum.

Nach dem Auspflanzen der Keimlinge wachsen die Cotylen noch bedeutend in die Länge, namentlich aber ihre Stiele. Dabei kann es vorkommen, dass Exemplare, welche bei der Zählung rein tricotyl zu sein schienen, dennoch am Grunde zwei der Samenlappen verbunden zeigen, und somit tiefgespaltene Hemitricotylen sind. Obgleich es gar nicht erforderlich ist, habe ich in der Regel solche Exemplare, als ich sie entdeckte, ausgezogen und nicht weiter cultivirt.

Im Sommer 1892 hatte ich elf tricotyle Exemplare, welche zusammen, in möglichst grosser Entfernung von der erwähnten hemitricotylen Cultur, blühten. Die Ernte ergab im Maximum 11·8 % Erben,

meist aber nur 1—6·5 % und im Mittel 3·5 %. Ausgepflanzt wurde (1893) von einer Mutter mit 6·3 % Erben, und zwar nur rein tricotyle Keime. Von 15 Exemplaren erntete ich die Samen, zählte 500—1000 Keimlinge pro Mutter und erhielt Erbzahlen, welche zwischen 2·6 und 7·4 % schwankten. Mittel 4·7 %. (1894.) Ich wählte die Mutter mit 7·4 % zur Fortsetzung der Rasse und pflanzte nur von ihren Kindern und unter diesen nur die besten Tricotylen aus. Ich hatte auf etwas über 1000 Keimlingen die Wahl aus 44 Tricotylen; 31 waren hemitricotyl und 1 tetracotyl gewesen. Ich wiederholte die Ermittelung der Erbzahl mit 4000 Keimpflanzen und fand 7·2 %, also wesentlich denselben Werth.

Im Spätsommer 1894 umfasste meine Cultur nur die besten 20 Tricotylen, von denen 16 ihre Samen reiften. In dieser Ernte gab es aber einen bedeutenden Rückschritt, denn die Erbzahlen der einzelnen Mütter schwankten zwischen nur 0·5 und 3·7 %, eine Mutter hatte auf 200 Keimlingen sogar nicht einen einzigen Aberranten. Mittel 1·8 %. Von den fünf besten Müttern wurde noch einmal ausgesät und je 1000 Keime gezählt; die Erbzahlen waren jetzt 2·6, 2·8, 3·2, 3·2 und 3·6 %. Die Ursache dieses Rückschrittes habe ich in den nächsten Jahren durch eine Reihe von Nebenversuchen zu ermitteln gesucht, aber nicht gefunden. Es hängt die Variabilität der Erbzahlen solcher Rassen noch hauptsächlich von unbekannten Einflüssen ab.

Ich pflanzte jetzt, wegen der geringeren Wahl, die tricotylen Kinder von zwei Müttern aus (mit 3·2 und 3·6 %), aber in zwei Gruppen, um später die Wahl auf die Nachkommen der einen beschränken zu können. Diese Culturen umfassten 12 und 13 Tricotylen; zwischen ihnen war eine wesentliche Differenz nicht vorhanden. Die Erbzahlen auf je 300 Keimen waren:

Mutter	Erbzahlen der Kinder (Frühling 1896)												
mit 3·2 %	1·3	1·7	1·7	2·0	2·3	2·3	2·7	2·7	2·7	3·0	4·0	5·5	
mit 3·6 %	0·7	0·7	1·0	1·3	1·7	2·0	2·7	2·7	3·0	3·0	3·7	4·7	5·3

Im Mittel für beide also etwa 2·5 % (2·5 bezw. 2·7 %). Es geht hieraus hervor, von wie geringer Bedeutung eine Vergrösserung des Umfanges der Culturen für die Selection sein würde, denn hätte ich meine Zucht auf die Kinder einer der beiden Mütter beschränkt, gleichgültig auf welche, so wäre das Ergebnis offenbar nicht wesentlich anders ausgefallen.

Im Sommer 1896 setzte ich die Cultur nicht fort. Dagegen versuchte ich im nächsten Jahre, ob ich durch Auspflanzen einer

viel grösseren Anzahl von Exemplaren vielleicht die Aussichten verbessern könnte. Ich wählte dazu die zwei anscheinend besten Exemplare von 1895, für welche ich im Frühling 1896 die höchsten Erbzahlen aus jeder Gruppe gefunden hatte (5·3 und 5·5 %). Um genügende Auswahl zu haben, säte ich 15 Ccm. Samen, und hatte 15 000—20 000 Keimlinge, von denen die kräftigsten Tricotylen und Hemitricotylen einzeln in Töpfe gepflanzt und später auf die Beete gebracht wurden. Die Aussaat fand in drei Partieen statt, Ende März, Ende April und Mitte Mai, in der Hoffnung, dadurch vielleicht die Variabilität und die Aussicht auf eine Mutation zu vergrössern. Ebenso wurden möglichst verschiedene Lagen, verschiedene Entfernungen zwischen den einzelnen Pflanzen und verschiedene Behandlung in Bezug auf Beschneiden u. s. w. innerhalb der drei Gruppen gewählt. Viele Pflanzen gaben mehr als 30 Ccm. Samen pro Exemplar, es wurde dann aber stets nur 10 Ccm. geerntet.

Im Ganzen erntete ich die Samen von etwa 450 Exemplaren und säte sie getrennt aus. Für jede Mutter wurden dann im Frühling 1898 300 Keimlinge gezählt, und daraus die Erbzahl berechnet. Es ergab sich jetzt aber, dass zwischen den beiden gewählten Grossmüttern von 1895 ein ganz bedeutender Unterschied vorhanden war. Diejenige, welche als Erbzahl 5·3 % gehabt hatte, war eine schlechte Stammpflanze gewesen. Ihre Kinder, obgleich 300 an der Zahl, brachten es nur in zehn Fällen weiter als 3 %; im Mittel hatten sie 0·3—0·5 %. Und solches trotz möglichst verschiedener, aber doch stets möglichst guter Behandlung, und trotz des völligen Ausschlusses der Atavisten.

Die zweite Grossmutter (mit der Erbzahl 5·5 %) zeigte sich glücklicher Weise in ihrer Nachkommenschaft ebenso günstig, wie die erstere ungünstig war. Ihre Kinder waren alle gleichzeitig ausgesät und bei gleicher, mittlerer Behandlung auf demselben Beete und an demselben Tage ausgepflanzt. Es trugen etwa 140 Pflanzen eine ausreichende Ernte.

Im Mittel war diese Cultur allerdings nicht besser als die früherer Jahre, denn sie erreichte nur 4·5 %. Dagegen war der Variationsspielraum ein viel grösserer. Es kamen acht Pflanzen vor, deren Erbzahl alle früheren überschritt; von diesen hatten sechs 14—17 %, eine 21 % und eine 25 %. Es schien also jetzt sich eine Aussicht auf einen sprungweisen Fortschritt zu eröffnen.

Ehe ich die ganze Zahlenreihe vorführe, möchte ich noch eine Bemerkung einschalten. Hätte ich im Jahre 1897 nicht 450 Pflanzen cultiviren wollen, sondern z. B. nur ein Drittel, so hätte ich mich

wahrscheinlich auf die Kinder der einen Grossmutter mit 5·5 % beschränkt, obgleich deren Erbzahl nur scheinbar grösser ist als die andere (5·3 %), weil der Unterschied innerhalb der Fehlergrenze liegt. Ich hätte dann aber mit einem Drittel der Arbeit genau dasselbe Resultat erreicht. Oder mit anderen Worten: weder die Wahl der Tricotylen als Samenträger, noch die Berücksichtigung der Erbzahlen, welche doch trotz der Latitüde immer die schlechtesten Erben ausschliesst, macht die Versuche vom Zufall unabhängig. Nur ein viel grösserer Umfang würde solches erreichen, aber die Ergebnisse meiner beiden folgenden Generationen werden zeigen, dass auch im vorliegenden, sehr günstigen Falle ein wesentlicher und andauernder Fortschritt nicht erreicht wurde.

Die im Frühling 1898 ermittelten Erbzahlen der 140 Kinder der besten Mutter aus 1895, welche selbst 5·5 % als Erbzahl hatte, gestalten sich folgendermaassen. P sind die procentischen Zahlen, A die entsprechende Anzahl der Kinder, welche in ihren Samen diese Zahlen aufweisen.

P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	21	25
A	16	27	30	18	18	11	6	4	2	2	2	3	2	1	2	1	2	1	1

Diese Reihe bezieht sich nur auf die für meinen Versuch ausgewählten Tricotylen; hätte ich die ganze Nachkommenschaft der betreffenden Mutter ohne Wahl ausgepflanzt, so wäre gewiss die Anzahl der niedrigen Erbzahlen verhältnissmässig grösser ausgefallen, und vielleicht wäre der Gipfel der Curve auf 0 statt auf 3 % gefallen. Die Hauptsache in dieser Reihe ist aber, dass man sieht, dass von etwa 3 % aufwärts die Anzahlen stetig und regelmässig abnehmen und zwar so, dass die beiden extremen Varianten, mit 21 % und mit 25 %, sich der Reihe continuirlich, d. h. in der üblichen Weise der physiologischen Curven anschliessen und nicht etwa sprungweise daneben stehen.

In der Gruppe der höheren Erbzahlen ist bei der Beurtheilung der einzelnen Werthe eine Latitüde von 5 % anzunehmen,[1] d. h. die gefundene Zahl 15 bedeutet einen wirklichen Gehalt von 10—20 %, die Zahl 25 einen Gehalt von 20—30 % u. s. w. Und bei extremen Abweichungen liegt immer die Möglichkeit vor, dass die Fehler der Probeentnahme in derselben Richtung mitgewirkt haben. Wir dürfen also feststellen, dass durch unsere Cultur in dieser achten Generation ein Gehalt von 20 % an Erben erreicht worden ist; ob etwas

[1] Vergl. das erste Kapitel dieses Abschnittes.

mehr, bleibt dabei unentschieden. Ebenso bleibt es ungewiss, ob die Mutter mit 25 % thatsächlich besser war als diejenigen mit 15—21 %. Gewiss aber ist, dass innerhalb dieser Gruppe die beste Mutter, nach ihrer Erbzahl beurtheilt, zu suchen ist.

Auf dieser Stufe der Entwickelung unserer Rasse ist die Wahl also bereits eine viel sicherere als vorher, und weniger vom Zufall abhängig. Es ist nur erforderlich, nicht nur die scheinbar allerbeste, sondern einige von den besten Müttern zur Fortsetzung der Rasse zu wählen. Ich wählte aus der Cultur von 1897 fünf, und zwar mit 16, 17, 17, 21 und 25 %. Von diesen pflanzte ich, um eine möglichst grosse Aussicht auf verschiedene äussere Umstände zu haben, die nächstfolgende Generation in zwei verschiedenen Jahren (1898 und 1899), und im ersten Jahre theils bei früher, theils bei später Aussaat (Mitte April und Mitte Mai). Im Ganzen wurden in diesem Jahre etwas über 400 tricotyle Pflanzen gepflanzt, ihre Samen getrennt geerntet und in jeder Probe auf 300 Keimlingen die Erbzahl bestimmt.

Die ganze Cultur war trotz allem Sorgen nur ein Rückschritt, und zwar für jede der fünf Mütter. Die Mittelzahl für alle war nur etwa 2 %, die fünf höchsten Werthe waren 9·6, 10·6, 10, 11, 11 %, grossentheils unter den Kindern derselben Grossmutter (E in der folgenden Tabelle) beobachtet. Ich stelle jetzt die gefundenen Werthe in einer kurzen Uebersicht zusammen, und zwar für jede einzelne Grossmutter von 1897 besonders. Die Zählungen fanden im Frühling 1899 statt.

Grossmütter in 1897	A	B	C	D	E
Erbzahlen im Frühling 1898 . .	16	17	17	21	25
Mütter, ausgesät am 21. April 1898:					
Erbzahlen im Frühling 1899					
Maximum	5·3	2·6	3·0	3·3	11
Mittel	1·5	0·8	0·7	1·1	4·7
Mütter, ausgesät am 7. Mai 1898:					
Erbzahlen im Frühling 1899					
Maximum	9·6	6·6	4·6	6·3	7·3
Mittel	4·1	2·2	2·1	2·5	2·5
Mittel aus beiden Serien . .	2·8	1·5	1·4	1·8	3·6

Es sind somit die Mütter mit 16 und mit 25 % als die beiden besten zu betrachten, und es ist anzunehmen, dass die fünf ausnahmsweise hohen Zahlen durch besonders günstige Umstände bedingt waren, welche Umstände im nächsten Jahre nicht wiederkehrten.

Die Wiederholung der Cultur in 1899 gab keine wesentlich anderen Ergebnisse.

Ein sprungweiser, oder auch nur ein stetiger Uebergang zu einer Mittelrasse wurde also in den zehn Generationen meiner Zuchtwahl nicht erreicht.

Ich fasse jetzt zum Schluss die ganze Cultur in einer möglichst einfachen Zahlenreihe zusammen, für jede Generation nur die mittlere und die höchste Erbzahl gebend, sowie diejenige der zur Fortsetzung der Rasse ausgewählten Samenträger.

Generation	Jahr der Blüthe	Im nächsten Frühling gefundene Erbzahlen: Mittel	Maximum	Samenträger
I	1889	—	—	4·5
II	1890	—	—	4·5
III	1891	—	—	13
IV	1892	3·5	11·8	6·3
V	1893	4·7	7·4	7·4
VI	1894	1·8	3·6	3·6
VII	1895	2·5	5·5	5·5
VIII (450 Ex.)	1897	4	25	16—25
IX (400 Ex.)	1898	2	11	—

Mit Ausnahme der maximalen Zahlen von 1897 deutet die ganze Reihe eher auf Constanz und Schwanken um einen sich gleichbleibenden Mittelwerth, als auf einen stetigen Fortschritt unter dem Einflusse der Auslese.

Scrophularia nodosa. Von dieser Art giebt es eine Reihe von Formen, deren Merkmale bereits im *Prodromus* von De Candolle angegeben worden sind. Die Blätter sind breitherzförmig, oder am Grunde nur abgerundet, mit kleinen unter sich nahezu gleichen Zähnen, oder sehr grob und unregelmässig gezähnt, die Früchte gross oder klein. Die Form mit herzförmigen, gleichmässig gesägten Blättern und grossen Früchten ist in der hiesigen Gegend im Freien sehr allgemein und, so weit mir bekannt, die einzige. Die Form mit grobgesägten, unten abgerundeten Blättern und kleinen Blüthen und Früchten ist diejenige, welche für meine Culturen diente (Fig. 48). Aber im Sommer 1901 habe ich sie, behufs einer eingehenden Vergleichung, beide in grösserer Ausdehnung in meinem Garten ausgepflanzt. Beide Typen sind, soweit meine Erfahrung reicht, im Laufe vieler Generationen durchaus constant, also gute Unterarten.

Meine Cultur fing im Jahre 1890 an, mit einer tricotylen Pflanze aus Samen des hiesigen Botanischen Gartens, welche im nächsten

Jahre aus ihren Samen, neben vielen Atavisten, wiederum vier Pflanzen mit je drei Samenlappen und einem bis zur Inflorescenz dreizähligen Hauptstamm lieferten (1891). Von den Samen von einer dieser Pflanzen hatte ich im Sommer 1892 wiederum einige tricotyle Keimlinge, von denen die meisten nachher zweizählig wurden. Nur zwei blieben den ganzen Sommer über dreizählig, und nur diese liess ich zur Blüthe kommen. Von ihren Samen zählte ich 780 bezw. 1000 Keimlinge, und fand für beide Pflanzen 1 $^0/_0$ Erben. Es blühten (1893) 16 tricotyle Pflanzen, welche also die vierte Generation meiner Rasse bildeten. Die Samen wurden getrennt geerntet, sie gaben im Mittel 1—2 $^0/_0$ Erben, in den besten Fällen 2·4—4·1 und 5·4 $^0/_0$, bei Zählungen von 700, 800 und 2000 Keimlingen. Diese drei Pflanzen hatten aber zweizählige Hauptstämme gehabt, und es geht daraus hervor, dass die Blattstellung am Stamme für die Auslese nur ein Merkmal von untergeordneter Bedeutung bildet. Ich habe allerdings in späteren Generationen die dreizähligen Individuen so viel wie möglich vorzugsweise ausgewählt, habe dabei aber nicht gefunden, dass sie im Allgemeinen wesentlich besser sind als die übrigen.



Fig. 48. *Scrophularia nodosa.* Dreizähliger Hauptstamm der tricotylen Halbrasse.

Im Sommer 1894 wurden nun tricotyle Kinder von der Mutter mit 5·4 $^0/_0$ Erben ausgepflanzt. Ich erntete die Samen von 25 Exemplaren getrennt und zählte im nächsten Frühling für jede Ernte 300—500 Keimlinge. Die Erbzahlen waren im Wesentlichen dieselben wie im vorigen Jahre und schwankten zwischen 0·5 und 5·5 $^0/_0$, im Mittel 2 $^0/_0$. Die fünf besten Pflanzen gaben 3·6, 3·8, 4·0, 4·2 und 5·5 $^0/_0$. Für die drei letzteren sind diese Zahlen aus Zählungen von 1000, 1500 und 2000 Keimpflanzen abgeleitet worden; nur von ihnen wurden (1895) Keimlinge ausgepflanzt, und zwar nur solche mit drei Samenlappen, und mit dreigliedrigem erstem Blattwirtel (Fig. 37, S. 229).

Ausgepflanzt in drei Gruppen gestatteten diese Pflanzen somit im nächsten Frühling eine Wahl zwischen den Grossmüttern. Diejenigen mit 4·0—4·2 $^0/_0$ gaben Kinder mit 1·3—5 $^0/_0$, im Mittel 3 $^0/_0$ (aus 12 Müttern, bei Keimzählungen von je 300 Stück). Die Gross-

mutter mit 5·5 % ergab sich als bedeutend besser; ihre 12 Kinder hatten 2—8 %, im Mittel 4·5 %. Nur von dieser Gruppe wurde somit ausgepflanzt (1896), und zwar nur tricotyle, in den ersten Blattwirteln dreizählige Exemplare von Müttern mit 6, 6 und 8 % Erben. Es waren im Ganzen 72 kräftige Pflanzen, welche sämmtlich eine ausreichende Ernte zur Prüfung ihrer Erbzahl auf etwa 300 Keimen lieferten. Die Mutter mit 8 % gab 2—15 %, im Mittel 6 %, die beiden anderen Mütter 2—10 und 3—14 %, im Mittel 6 und 7 %, also keine ausreichend wesentlichen Unterschiede, um darauf eine Grossmutterwahl zu gründen. Dagegen war es um so klarer, dass die Rasse durch die Auslese während sechs Generationen verbessert worden war. Und diese Verbesserung hat sich auch späterhin bewährt.

Ich wählte für die Cultur von 1897 die tricotylen Nachkommen von drei Müttern, mit 11, 11 und 15 % Erben, und pflanzte davon 100 Stück aus, welche sämmtlich kräftig waren und wenigstens den ersten Blattwirtel oberhalb der Cotylen dreizählig hatten. Die Ernte wurde im Frühling 1898 in der üblichen Weise beurtheilt. Die drei Mütter, jetzt Grossmütter geworden, zeigten in ihren Nachkommen wiederum keine wesentlichen Unterschiede:

Erbzahl	Erbzahl der Mütter			Anzahl
der Grossmütter	Min.	Med.	Max.	der Mütter
11 %	2	7	15	20
11 „	3	7·5	15	24
15 „	4	8·5	13	28

Auch jetzt waren die Zahlen dieselben wie in der vorigen Generation.

Wenn auch hier die Grossmutterwahl, wie wir gesehen haben, keine sehr wesentlichen Anhaltspunkte zur Verbesserung der Rasse bietet, so muss solches doch überall da der Fall sein, wo die Erbzahl der Grossmutter durch die zufälligen Bedingungen der Probeentnahme ausnahmsweise stark beeinflusst wurde.[1] Diese Wahl dient also eigentlich nur dazu, solche Fälle so viel wie möglich vom Hauptstammbaume auszuschliessen, d. h. von ihnen nicht weiter auszupflanzen.

Wenn aber die Erbzahlen vieler Mütter nicht so stark von einander differiren, dass die Unterschiede mit Rücksicht auf das Fehlergesetz sichergestellt sind, so sollte man eigentlich jedes Jahr von der ganzen Gruppe der besten Mütter wiederum auspflanzen. Dieses würde aber, um einen wirklichen Nutzen zu haben, zu einem

[1] Vergl. das erste Kapitel dieses Abschnittes.

viel zu grossen Umfgange der Cultur führen. Ich habe nun im Sommer 1898 meine Cultur nach diesem Princip so weit wie möglich ausgedehnt und von 300 Pflanzen die Samen getrennt geerntet.

Das Ergebniss der 300 darauf folgenden Keimzählungen von je 300 Pflänzchen hat meinen Erwartungen in soweit entsprochen, als eine Grossmutter sich als weitaus die beste herausstellte. Ihre Erbzahl war 14 %, diejenige ihrer Kinder im Mittel 20 %, und in zwei Exemplaren 25—27 %. Aber auch ausserhalb dieser Gruppe zeigte die Rasse vielfach eine Zunahme des Selectionswerthes.

Die Ernte von 1898 umfasste die Samen von 300 tricotylen Pflanzen aus den Samen von 15 Müttern mit 10—15 % Erben. Die Ergebnisse waren die folgenden, in Procentzahlen ausgedrückt:

Mütter	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	**14**	15	15
Kinder Mittel .	8	10	10	11	14	19	10	15	11	16	10	13	**20**	14	14
Kinder Max. . .	8	11	20	20	27	26	19	25	20	24	21	21	**27**	21	22
Anzahl der Kinder	1	2	19	28	11	6	8	9	27	6	36	32	**12**	64	39

Das Mittel aus allen Zählungen war 12 %, und zeigte also einen bedeutenden Fortschritt der Rasse an.

Vergleichen wir jetzt diese Zahlenreihe mit der S. 256 gegebenen für *Amarantus speciosus*. Jene umfasst die Erbzahlen von 140, diese von 300 Pflanzen, welche dort der achten, hier der neunten Generation angehörten. Beide Reihen sind also das Resultat einer Selection, welche wohl durch ausreichend lange Zeit fortgesetzt wurde, um ein deutliches Resultat erwarten zu lassen. Sie zeigen aber einen sehr auffallenden Unterschied. Die Zahlen für *Amarantus* gipfeln auf 2—3 %, und dieses macht es nicht unwahrscheinlich, dass man, falls man die Erbzahlen der Atavisten mit hätte ermitteln können, eine auf etwa 0 % gipfelnde, also einseitige oder sogenannte halbe Curve gefunden haben würde. Das Mittel aus den Zählungen für *Scrophularia* ist aber 12 %, für die einzelnen Familien von 8—20 % wechselnd, also jedenfalls auf eine Isolirung eines tricotylen Gipfels hindeutend.

Oder mit anderen Worten, es verhält sich die tricotyle Halbrasse von *Amarantus* am Ende der vieljährigen Selection nicht wesentlich anders als am Anfang (Tabelle S. 258), während *Scrophularia* sich wie andere, durch Selection verbesserte Halbrassen darstellt. Das auf S. 588 in Fig. 171 des ersten Bandes für den Einfluss der Selection auf die Halbrasse *Ranunculus bulbosus semiplenus* gegebene Schema würde im Wesentlichen auch für sie benutzt werden können.

Die Erklärung dieses verschiedenen Verhaltens liegt vielleicht darin, dass die Selection bei *Scrophularia* die Tricotylie nur mittelbar

verbessert hat. Ich denke hier an den Fall von *Trifolium incarnatum quadrifolium*, den ich im ersten Bande S. 579 beschrieben habe. Dort waren die kleinsten Samen diejenigen, welche am zahlreichsten die aberranten Keime enthielten. Könnte man durch Selection den Gehalt an kleinen Samen erhöhen, so würde man also mittelbar die Anzahl der Keimpflanzen mit zusammengesetzten Primordialblättern vermehren. Es wäre möglich, dass bei *Scrophularia* ähnliche Beziehungen vorlägen; es braucht ja nicht gerade die Grösse der Samen zu sein. Durch die stetige Wahl der Tricotylen würde ich dann nicht unmittelbar diese Eigenschaft, sondern zunächst jenen muthmaasslichen Bau der Samen gesteigert haben, welcher seinerseits die Anomalie fördert. Ob diese Vermuthung richtig ist, weiss ich nicht, aber dass die Früchte und Samen meiner Rasse allmählich kleiner geworden sind, und dass gerade die besten „Erben" die kleinsten Früchte und Samen aufweisen, finde ich mehrfach in meinen Notizen erwähnt.

Jedenfalls liegt hier ein Princip vor, das auch für andere Fälle eine Warnung enthalten dürfte. Die Selection kann unmittelbar eine unbekannte und erst mittelbar die gesuchte Eigenschaft beeinflussen.

Noch bemerke ich über den Umfang meiner Cultur von 1898, dass sie lehrt, dass im Allgemeinen die Ausdehnung der Culturen keine so grosse Bedeutung hat, als man wohl meinen könnte. Hätte ich mich auf drei oder fünf Mütter beschränkt, wie z. B. bei *Amarantus* im Jahre 1897 (S. 257), so hätte ich dazu die besten, nach der Angabe ihrer Erbzahlen, gewählt, und gerade unter diesen war, wie die Zahlenreihen von S. 261 zeigen, die allerbeste. Der grössere Umfang giebt also nur eine tiefere Einsicht, nicht einen rascheren Fortschritt der Rasse. Aber auf eine einzige Mutter sollte man, wo irgendwie möglich, sich nie beschränken.

Die nächste Generation, die zehnte und bis jetzt die letzte, hat den Fortschritt in der neunten bestätigt. Auch hierin verhält sich die Rasse der *Scrophularia* somit anders als diejenige des *Amarantus*. Ich beschränkte mich auf die Nachkommenschaft der Pflanzen von 1897, welche 14 % als Erbzahl gezeigt hatte, und deren tricotyle Kinder es im Mittel auf 20 % gebracht hatten, wählte unter diesen fünf Exemplare mit 22, 23, 23, 25 und 27 % aus. Von diesen setzte ich 165 tricotyle Keime in Töpfe, als sie sich auch im ersten bis zweiten Blattwirtel als dreigliederig zeigten. Etwa die Hälfte kehrte in den nächstfolgenden Wirteln zur decussirten Blattstellung zurück; diese wurden verworfen und nur 72 Exemplare, welche

dreizählig blieben, wurden schliesslich ausgepflanzt. Sie waren ziemlich gleichmässig über die fünf Mütter vertheilt.

Diese 72 Exemplare lieferten im Frühling 1900 in der üblichen Weise 72 Erbzahlen in fünf Gruppen. Die niedersten Werthe waren, in der Reihenfolge der ansteigenden Werthe der fünf Mütter, jetzt Grossmütter, 9, 8, 13, 8 und 11 %, die Mittel 16, 17, 18, 17 und 19 %, die Maxima 19, 22, 26, 22 und 26 %. Die fünf Gruppen zeigten somit keinen wesentlichen Unterschied. Die Mittelzahl, in der vorigen Generation 12 %, war jetzt merklich vorangeschritten, das Maximum aber unverändert geblieben.

Fassen wir jetzt den ganzen Versuch übersichtlich zusammen, so erhalten wir die folgende Tabelle:

Generation	Jahr der Blüthe	Im nächsten Frühling gefundene Erbzahlen: Niederste	Mittlere	Höchste
I	1890	—	—	—
II	1891	—	—	—
III	1892	—	—	1
IV	1893	0—0·3	1—2	5·4
V	1894	0·5	2	5·5
VI	1895	2	4·5	8
VII	1896	2—3	6—7	14—15
VIII	1897	2—3	7—8	15
IX	1898	2	12	25—27
X	1899	8	16—19	26

Der Fortschritt ist, wie man sieht, ein stetiger, die Selection somit, wenn auch vielleicht nur mittelbar (S. 262), fortwährend erfolgreich gewesen. Dennoch ist eine Mittelrasse nicht entstanden, weder allmählich, noch durch einen Sprung. Der Fortschritt war in den beiden letzten Jahren, durch die schärfere Selection, etwas rascher als vorher, ohne aber noch auf ein baldiges Erreichen von etwa 50 % als Mittel hinzudeuten.

Oenothera Berteriana. Neben den beiden erwähnten, aus den ersten Jahren meiner Selectionsversuche stammenden Culturen habe ich später noch eine dritte Rasse mit demselben Zwecke angefangen. Und zwar eine solche, in der die Kreuzung der einzelnen Individuen regelmässig vermieden werden konnte. Es liegt zwar kein Grund vor, zu befürchten, dass die unvermeidlichen gelegentlichen Kreuzungen bei *Amarantus* und bei *Scrophularia* einen wesentlichen Einfluss auf den Selectionsprocess haben, denn beide Arten werden, wegen der grossen Zahl ihrer gleichzeitig geöffneten Blüthen, vorwiegend mit

dem eigenen Blüthenstaub bestäubt und sind damit, wie isolirte Individuen lehren, völlig fruchtbar. Und was durch Kreuzung zurückgeht, wird ohnehin durch die Selection eliminirt. Aber die Beweisführung ist eine bequemere, wenn nur Selbstbefruchtung gestattet wird. *Oenothera Berteriana* hat eine solche; ihre Blüthen bilden, unter Ausschluss des Insectenbesuches, völlig normale Früchte und Samen aus. Ich halte meine Pflanzen in einem Käfig aus feiner Metallgaze; in gewissen Jahren habe ich sie darin künstlich befruchtet. Aber dies ist ganz überflüssig, weil die Narben beim Verblühen sich abwärts biegen und den Blüthenstaub erreichen. In den beiden letzten Sommern liess ich den Käfig vom Anfang der Blüthe bis zum Anfang der Samenreife geschlossen; dennoch bildeten nahezu ausnahmslos alle Früchte sich aus. Die Früchte sind reich an Samen; einige wenige Kapseln pro Pflanze reichen aus, was gegenüber der mühsamen Ernte bei *Scrophularia*, ein grosser Vortheil ist.

Im Sommer 1896 fing meine Cultur an; damals war bei den beiden anderen Arten die Aussicht, jemals eine Mittelrasse zu bekommen, schon sehr fraglich geworden. Ich erntete von einigen Pflanzen des Botanischen Gartens Samen, welche auf 300 Keimen 13 Tricotylen, 4 Hemitricotylen und 1 Tetracotylen enthielten, also 6 %. Diese Zahl war bedeutend höher als die meisten Erbzahlen meiner S. 247 erwähnten Halbrassen, und etwa so hoch wie die mit *Amarantus* und *Scrophularia* damals erreichten Werthe. Gleichzeitig wurden noch sechs andere Arten von *Oenothera* auf ihren Gehalt an Tricotylen geprüft; ich fand 0—1—2 % und wählte deshalb die *O. Berteriana*. Im Frühling 1897 wurden nur Tricotylen ausgepflanzt, und zwar einzeln in kleinen Töpfen, um im Juli auf's Beet gebracht zu werden. Die Erbzahlen wurden im nächsten Jahre ermittelt, und zwar für 15 Pflanzen; sie schwankten zwischen 1 und 12 % und waren im Mittel 4 %. In der nächsten Generation (1898) konnte ich etwa 60 kräftige Tricotylen auspflanzen, und diesen Umfang der Culturen behielt ich seitdem, mit geringen Schwankungen, bei. Es wurden ausgepflanzt 15 Tricotylen der Mutter mit 12 % und 45 Tricotylen von 5 Müttern mit 6—7 %. Die erstere Gruppe zeigte sich aber nicht besser als die letztere; die Pflanzen hatten 2—16 %, im Mittel 4 % als Erbzahlen, die beste der fünf anderen Gruppen aber 6—16 %, im Mittel 8 % (aus 10 Einzelernten); die übrigen zeigten 4—11, im Mittel 6 %. Ich wählte die drei besten Mütter mit 15, 16 und 16 % Erben, und pflanzte von diesen die kräftigsten tricotylen Kinder aus (1899). Es gaben in diesem Jahre 77 Exemplare eine ausreichende Ernte; die Zahlen für die drei Gruppen (je von einer

anderen Grossmutter) ergaben keine nennenswerthen Differenzen. Das Minimum war 2 %, das Mittel 12 % und die höchste Erbzahl 25 %. Es hatte also ein deutlicher Fortschritt gegenüber der vorigen Generation stattgefunden. Im Jahre 1900 hatte ich nur 31 samentragende Pflanzen, welche in derselben Weise cultivirt wurden wie in den vorhergehenden Jahren. Sie bildeten drei Gruppen, jede aus einer Grossmutter, aber ohne wesentliche Differenzen. Die Erbzahlen schwankten zwischen 5 und 17 % und waren im Mittel 10—13 %. Die Cultur des letzten Jahres (1901) umfasste 40 Exemplare, deren Erbzahlen zwischen 0 und 21 schwankten und im Mittel 10 % betrugen.

Ich fasse jetzt die Ergebnisse, wie für die beiden vorigen Arten, in einer Tabelle zusammen.

Generation	Jahr der Blüthe	Erbzahlen, im nächsten Frühling ermittelt:		
		Mittlere	Höchste	Samenträger
I	1896	—	—	6
II	1897	4	12	12
III	1898	4—8	16	15—16
IV	1899	12	25	23—25
V	1900	10—13	16—17	14
VI	1901	10	21	—

Die Aussicht auf eine Mittelrasse scheint in diesem Versuch demnach ebenso gering zu sein als bei *Amarantus* und *Scrophularia.*

§ 21. Die Isolirung tricotyler Mittelrassen.

Ebenso wenig, wie es gelingt, eine tricotyle Mittelrasse willkürlich zu machen, ebenso bequem ist es, eine solche aus käuflichen oder sonstwie erhaltenen Samenproben zu isoliren, wenn sie darin zufällig vorhanden ist. Die Isolirung gelingt meist schon in 2—3 Generationen, eigentlich schon bei der Ermittelung der Erbzahlen der aus dem ursprünglichen Samengemisch hervorgegangenen Pflanzen. Und es bedarf dabei sehr wenig Sorgfalt und gar keiner künstlichen Befruchtung. Sogar bei zweihäusigen Windblüthlern, wie dem Hanf, geht es ebenso rasch und ebenso leicht wie bei Selbstbefruchtungen in Beuteln oder in Käfigen.

In der Wahl der Arten und Varietäten ist man selbstverständlich nicht frei. Man muss eben suchen, wo es zufällig die gewünschten Rassen giebt. Und zu diesem Zwecke hat man möglichst umfang-

reiche Aussaaten zu machen. Sät man Proben von je 10—20 Gramm Samen, je nach der Grösse der einzelnen Körner, so zeigt es sich bei der Keimung bald, ob die Art eine Aussicht auf eine tricotyle Mittelrasse enthält oder nicht. Denn 1—2 Tricotylen auf etwa 10 000 normalen Keimlingen lassen solches nicht erwarten, aber einer oder gar mehr pro Tausend berechtigen in der Regel zu der fraglichen Erwartung.

Die Culturen meiner in § 19 S. 247 erwähnten Halbrassen hatten 1892 oder früher angefangen; sie liessen im Frühling 1895 bereits deutlich erkennen, dass ich aus ihnen keine Mittelrassen bekommen würde. Ich entschloss mich deshalb damals, solche sonst aufzusuchen, und wählte dazu etwa 40 Arten und Varietäten von Gartengewächsen, meist einjährigen Blumenpflanzen, aus. Das Ergebniss dieser im grossen Maassstabe ausgeführten Aussaat wurde bereits auf S. 239 mitgetheilt. Die meisten Sorten enthielten zu wenig tricotyle Keime, und nur acht boten eine Aussicht auf eine Mittelrasse. Von diesen habe ich drei aus verschiedenen Gründen aufgegeben, die übrigen aber haben meine Erwartungen nicht getäuscht.

Ehe ich zu der Beschreibung meiner Versuche übergehe, sei es mir gestattet, im Anschluss an den vierten Abschnitt des ersten Bandes auseinander zu setzen, was man bei der Isolirung zufällig vorhandener Mittelrassen erwarten darf. Die Mittelrasse unterscheidet sich nicht in sichtbaren Merkmalen von den gewöhnlichen Typen oder Halbrassen, sondern nur in der Häufigkeit der tricotylen Exemplare. Wählt man aus käuflichen Samenproben die tricotylen Individuen zur Cultur aus, so ist es keineswegs gewiss, dass diese, und nur diese, zu der Mittelrasse gehören, wenn es eine solche überhaupt giebt. Denn neben dieser ist wohl stets auch die Halbrasse vertreten, und auch diese bringt Tricotylen hervor. Andererseits bildet die Mittelrasse stets Atavisten, meist in erheblicher Anzahl. Vorausgesetzt also, dass die Saat eine Mittelrasse enthält, werden zu dieser ein Theil der dicotylen und ein Theil der tricotylen Keimlinge gehören. Aber offenbar wird die Aussicht für die letzteren eine grössere sein als für die ersteren. Aus diesem Grunde wähle ich, wo möglich, nur die Tricotylen zur Auspflanzung; es erübrigt dann nur, ihre Samen für jede Pflanze besonders zu ernten und in der Ernte die Erbzahl zu ermitteln. Giebt es unter diesen einzelne auffallend hohe, so gehören sie der Mittelrasse an, und man verwirft alle übrigen, da diese diejenigen der Halbrasse und die zweifelhaften Zahlen umfassen. Meist ist die Rasse schon jetzt rein und kann dann durch weitere Auslese nach dem gewöhnlichen Selectionsverfahren verbessert werden.

Im Grossen und Ganzen gipfeln meine Mittelrassen auf etwa 50—60 $^0/_0$ und lassen sie sich durch Zuchtwahl in einzelnen Individuen leicht auf 80—90 $^0/_0$ und darüber hinaufführen.

Den misslungenen Zuchtversuchen der beiden vorigen Paragraphen gegenüber kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass in den positiven Fällen die Sache sich anders verhält als bei einer Auslese der extremen Varianten der fluctuirenden Variabilität. Selbst die Lehre von der einseitigen Steigerung der Variabilität durch Auslese lässt uns hier im Stich (vergl. Bd. I, S. 416, § 2). Denn so rasch könnte die Auslese doch wohl nicht wirken, dass sie in einer einzigen Generation zum Ziele führen würde. Es gilt hier, bei diesen rein wissenschaftlichen Rassen, derselbe alte Satz wie im Gartenbau, dass die erste Bedingung, um eine Neuheit hervorzubringen, ist, sie zu besitzen (Bd. I, S. 131 und sonst). Ist die tricotyle Mittelrasse nicht bereits vorhanden, so lässt sie sich, wenigstens bis jetzt, weder isoliren noch erzeugen.

Bei wildwachsenden Arten findet man selten einen hohen Gehalt an Tricotylen. Den höchsten Werth fand ich bis jetzt im Frühling 1894 bei *Linaria vulgaris*, als ich die Samen einer hemipelorischen Pflanze meiner damaligen Rasse (vergl. Bd. I, S. 559) aussäte. Die Aussaat enthielt auf 425 Keimlingen 59 Tricotylen, also 14 $^0/_0$. Und unter den Handelssamen scheint mir die Aussicht auf Mittelrassen, wie oben bereits erwähnt, bei den Sorten der landwirthschaftlichen und der gärtnerischen Grosscultur (Flur-Blumen der Gärtner) weit grösser zu sein, als bei den alljährlich nur in kleinem Maassstabe cultivirten Blumensorten. Auch liegt es auf der Hand, dass die Cultur im Grossen der Entstehung neuer Rassen günstiger ist.

Ist die gesuchte Mittelrasse in irgend einer Samenprobe vertreten, so können von ihr mittlere, bessere und schlechtere Repräsentanten gefunden werden. Ist ersteres der Fall, so geben sie sofort den Mittelwerth der Rasse, also etwa 50—60 $^0/_0$, und dieses traf, wie zu erwarten, und wie die Uebersichtstabelle am Schlusse dieses Paragraphen (S. 281) zeigen wird, in den meisten Fällen zu. Selten findet man sofort bessere Erben; ein Beispiel davon fand ich nur beim Anfang meiner syncotylen Cultur von *Helianthus annuus* (vergl. das folgende Kapitel). Findet man schlechtere Erben, so ist es meist leicht, aus diesen zu den Mittelwerthen zu gelangen. Denn sie sind einfach als Minus-Varianten der gesuchten Rasse zu betrachten, und würden also in Folge des Regressionsgesetzes auch ohne Selection zu diesem Werthe zurückkehren (Bd. I, S. 413, unten). Die Erfahrung lehrt denn auch, wie die soeben angeführte Tabelle es zeigen wird,

dass eine oder zwei Generationen in der Regel genügen, um den Werth von 50—60 % zu erreichen.

Ehe ich zur Einzelbeschreibung meiner Versuche übergehe, will ich jetzt durch einige Beispiele zeigen, wie die Isolirungsculturen der tricotylen Mittelrassen im Allgemeinen verlaufen.

Das Erreichen des Mittelwerthes. Auf S. 239 habe ich in einer kleinen Tabelle die Anzahlen von Tricotylen mitgetheilt, welche ich im Frühling 1895 in einigen Samenproben fand. Von einigen jener Arten wurden diese Tricotylen ausgepflanzt und ihre Samen für jedes Exemplar besonders geerntet und ausgesät. Ich erreichte auf den besten Exemplaren 12—19 % Erben (Frühling 1896), auf den anderen meist viel weniger; solche wurden als der Halbrasse angehörig oder als zweifelhaft betrachtet. Von den besten Müttern wurden nun in diesem Jahre (1896) wiederum die Tricotylen ausgepflanzt und für jede im nächsten Frühling die Erbzahl besonders ermittelt. Ich fasse der Uebersichtlichkeit wegen diese Zahlen in Gruppen von 0—2, 3—7, 8—12 %, im Mittel 1—5—10 % u. s. w. zusammen, und führe für jede solche reducirte Erbzahl an, auf wie vielen Exemplaren sie vertreten war.

Isolirung tricotyler Mittelrassen.

Erbzahlen der zweiten Generation.

	Erste Generation	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Clarkia pulchella	16 %	0	1	1	7	1	4	7	3	4	2	1	4	2	2
Papaver Rhoeas	18 „	0	0	2	8	5	4	3	1	0	0	0	1	—	—
„ „	19 „	0	0	1	1	8	2	1	4	4	0	1	—	—	—
Phacelia tanacetifolia	14 „	0	3	3	11	3	8	6	4	2	2	2	—	—	—

Solche Culturen gestatten also sofort die Auswahl von Exemplaren, welche ganz zweifellos der gesuchten Mittelrasse angehören. Man verwirft einfach so vollständig wie möglich die Mütter mit niederen Erbzahlen, denn diese können ja noch Bastarde zwischen den beiden Rassen enthalten (vergl. unten § 24). Die höheren Erbzahlen deuten aber bereits in dieser zweiten Generation die isolirte und gereinigte Rasse an.

Die Darstellung von Hochzuchten. Hochzuchten nennt man in der Landwirthschaft die durch scharfe Selection sehr bedeutend verbesserten Zuchtrassen. Dass diese als solche nicht constant werden, sondern stets von der Zuchtwahl abhängig bleiben, haben

wir im ersten Abschnitt des ersten Bandes ausführlich gesehen. Zu solchen Hochzuchten eignen sich nun die tricotylen Mittelrassen ganz besonders. Ist einmal die Mittelzahl erreicht, so wird diese, bei weiterer Auslese, von den extremen Varianten leicht und bald sehr stark überschritten. Ich führe als Beispiele *Mercurialis annua* aus der landwirthschaftlichen Grosscultur an und *Silene inflata,* welche ich aus mit Getreide eingeführten Samen erzog. Beide Culturen fingen 1892 an, und erreichten in der Ernte von 1894 als höchste Erbzahl 55 %. Die Aussaat von diesen beiden Pflanzen gab, in derselben Weise dargestellt wie die obige Tabelle, das Folgende:

Selection tricotyler Hochzuchten.

Erbzahlen der ausgewählten tricotylen Exemplare der vierten Generation.

	Dritte Generation	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Mercurialis annua	55 %	—	—	—	—	1	2	2	1	2	1	2	3	1
Silene inflata	55 „	1	0	2	3	4	4	4	4	7	1	1	—	—

Die Auslese zeigt keine Regression, weil die Mutterpflanzen noch zu wenig vom Mittel der neuen Rasse abwichen. Dagegen werden als höchste Werthe sofort 75—85 % erreicht, was offenbar einen ganz erheblichen Fortschritt bedeutet.

Diese Beispiele mögen in Verbindung mit unserer Schlusstabelle (vergl. unten S. 281) genügen, um eine Einsicht in das Verfahren zu geben, durch welches tricotyle Mittelrassen, falls sie vorhanden sind, isolirt und verbessert werden können. Sie sollen das Verständniss der Einzelbeschreibungen meiner Versuche erleichtern. Diese zeigen selbstverständlich, je nach den untersuchten Arten, grössere oder kleinere Abweichungen von den gegebenen Beispielen, im Allgemeinen aber keine wesentlichen. Ich werde daher meine Beschreibungen möglichst kurz fassen.

Ich hebe aber noch einmal hervor, wie durchaus diese Fälle von denjenigen unterschieden sind, wo es nur Halbrassen giebt, und wo nach mehreren Generationen oft nur 2—4 %, selten mehr als etwa 20 % als maximale Zahlen erhalten wurden (vergl. die Tabelle auf S. 247).

Oenothera hirtella. Unter diesem Namen cultivire ich eine tricotyle Mittelrasse eigener Art, welche ich aus käuflichem Samen ganz zufällig erhalten habe. Im Jahre 1895 habe ich eine Reihe von theils

käuflichen, theils durch Tausch erhaltenen Samenproben von *Oenothera Lamarckiana* und verwandten Arten cultivirt, um sie mit meinen Rassen zu vergleichen. Im Herbst sammelte ich von diesen Culturen eine Anzahl von Einzelernten, welche ich aussäte, in der Hoffnung, unter ihnen eine tricotyle Mittelrasse zu finden, da meine eigenen Rassen und Sorten hierauf gar keine Aussicht boten, wie ich bereits oben (S. 241) für einen speciellen Fall, denjenigen der *Oenothera rubrinervis*, beschrieben habe. Diese Hoffnung erfüllte sich bei einem Exemplare, alle übrigen Einzelernten gaben die gewöhnlichen, sehr niedrigen Erbzahlen (0—4 %). Jenes Exemplar war eine Pflanze, welche sich durch auffallende Tracht ausgezeichnet hatte. Sie war viel höher und schlanker im Wuchs als alle anderen Arten und Unterarten, über 2 Meter hoch, mit einer langen, stellenweise durch das Fehlschlagen von Blüthenknospen unterbrochenen Rispe, mit Blumen von der Grösse und dem Bau von *O. biennis*, und wie diese mit Selbstbefruchtung, welche in der Regel schon vor dem Oeffnen der Blüthen abgelaufen ist. Ihre Nachkommen haben bis jetzt, in einer Reihe von Generationen, diesen Typus stets genau bewahrt (vergl. unten Fig. 53).

Diese eine Stammpflanze gab aus ihren Samen auf 300 Keimlingen 7 %, und bei einer Nachprüfung auf 2430 Keimen 8 % Tricotylen, von denen 143 Tricotylen im engeren Sinne, 59 Hemitricotylen und 4 Tetracotylen waren. Ob die Mutter selbst drei Samenlappen gehabt hatte, weiss ich selbstverständlich nicht.

Von dieser Saat wurden am 2. April 1896 nur die tricotylen Keime ausgepflanzt, und zwar nur die kräftigsten Exemplare. Mitte Juli, einige Tage vor der Blüthe, wurde das ganze Beet mit einem grossen Käfig aus feinem Tuch überdeckt, um das Blühen ohne Insecten stattfinden zu lassen. Das Tuch wurde Anfang September entfernt, und gleichzeitig wurden die Pflanzen aller blühenden Blüthen und Knospen beraubt. Samen wurden von 54 Individuen getrennt geerntet, und für jede Samenprobe wurden 300 Keimlinge gezählt. Das Ergebniss war ein sehr merkwürdiges.[1] Mit einer Ausnahme bildeten die Zahlen eine sehr geschlossene Reihe, deren Mittel 7 % war, während weitaus die meisten Zahlen zwischen 2 und 12 % lagen (zwei Mütter mit 0·5—1 und drei mit 13, 14 und 17 %). Daneben gab es aber eine einzige Pflanze, welche in der Zahlenreihe weit von den anderen entfernt war. Sie hatte 56 % Erben,

[1] Vergl. unten § 24 und 25 in Bezug auf die Möglichkeit einer Erklärung aus Kreuzung des anfänglichen Individuums dieser Rasse.

d. h. mehr als die Hälfte ihrer Samen tricotyl waren. Die Erbzahl dieser letzteren Pflanze wurde der grösseren Sicherheit wegen zweimal bestimmt. Die Zählungen ergaben auf 768 Keimlingen 58 %, auf 657 Keimlingen 54 %, im Mittel auf 1492 Keimlingen 56 %.

Diese eine Pflanze hatte also eine Erbzahl, welche dem zu erwartenden Mittelwerthe der gesuchten Mittelrasse völlig entsprach. Selbstverständlich wurde nur von ihren Samen weiter gezüchtet und die Keimlinge, sowohl Tricotylen als Dicotylen, aller übrigen Mütter verworfen.

Man kann nun offenbar zwei verschiedene Wege einschlagen. Auf dem einen sucht man die Rasse einfach zu erhalten, auf dem anderen sucht man sie durch weitere Auslese zu verbessern. Im ersten Falle hat man alle Zuchtwahl so viel wie möglich zu vermeiden; man würde dazu die Samen aller Exemplare zusammen und durcheinander ernten und aussäen müssen, und auch beim Auspflanzen nicht die Tricotylen bevorzugen. Ich habe dieses nicht gethan, sondern, wie gewöhnlich, die Samen jedes Individuums getrennt geerntet und untersucht, und nur die Keimlinge der besten Mütter (d. h. der Mütter mit den höchsten Erbzahlen) zur Fortsetzung der Rasse ausgepflanzt.

Im Sommer 1897 blühten 37 tricotyle Kinder der Mutter mit 56 % Erben in einem Käfig aus feiner Metallgaze. Die in der üblichen Weise nach der Ernte ermittelten Erbzahlen ergaben eine deutliche Curve, deren Mittel 72 % war. Die niedrigste Erbzahl der Tricotylen war jetzt 38 %, die höchsten aber 83, 83 und 89 %, also ein sehr wesentlicher Fortschritt.

Von derselben Mutter wurden auch atavistische Keime ausgepflanzt, sie gaben selbstverständlich einen etwas geringeren Fortschritt. Ferner wurde diese Cultur zu den in § 25 zu besprechenden Kreuzungsversuchen benutzt.

Im nächsten Jahre (1898) pflanzte ich nicht von der Mutter mit 89 %, sondern aus anderen Rücksichten von einer Mutter mit 66 % aus. Den Grund für die Wahl bildeten die frühere Blüthe und die dadurch bedingte grössere Ernte; die besseren Mütter hatten zu spät geblüht oder zu wenig Samen getragen, und es wäre sehr gefährlich gewesen, in dieser Richtung weiter zu züchten. Auch lag kein wesentliches Interesse mehr vor, die Rassen noch weiter zu verbessern, es kam mehr darauf an, sie zu verschiedenen Versuchen zu benutzen (vergl. unten § 25). Dementsprechend ist die Mittelzahl auf etwa 40 % und das Maximum auf 74 % zurückgegangen.

Cannabis sativa. Ich führe jetzt zwei Culturen von zweihäusigen Pflanzen, *Cannabis* und *Mercurialis* an. Hier ist die Selbstbefruchtung

völlig ausgeschlossen, und dennoch gelang mit ihnen das Isoliren der Mittelrassen ebenso leicht und nahezu ebenso rasch als bei der *Oenothera.* Ohne Zweifel hat die Selbstbefruchtung, wo sie ausführbar ist, die hohe Bedeutung für Zuchtversuche, welche man ihr allgemein beilegt, aber die jetzt mitzutheilenden Culturen lehren, dass es bisweilen ohne sie genau ebenso gut geht. Dieses Ergebniss ist deshalb sehr wichtig, weil es die Isolirungsculturen auch bei solchen Arten gestattet, bei denen eine künstliche Befruchtung aller einzelnen Samenträger die Arbeit weit über das zulässige Maass erhöhen würde. Auch habe ich diese Geduldsarbeit nur mit einer Art, *Antirrhinum majus,* unternommen.

Nicht alle Varietäten des Hanfs scheinen tricotyle Mittelrassen zu besitzen. Unter den von mir geprüften fand ich eine solche nur beim Riesenhanf. Von diesem säte ich im Frühling 1893 eine grössere Menge Samen, aus denen ich nur sieben tricotyle Pflanzen zur Blüthe bringen konnte. Unglücklicher Weise waren die meisten männlich, es gab nur eine weibliche Pflanze, welche auf 126 Keimlingen 4 Tricotylen gab. Von diesen waren im Jahre 1894 zwei weiblich und zwei männlich, die Samen der beiden ersteren wurden getrennt geerntet und gaben auf 400 und 600 Keimlingen 15 % und 9 % Erben.

Ausgepflanzt wurden für die Fortsetzung der Rasse nur tricotyle Keime von der Mutter mit 15 % Erben (1895). Es waren 29 Pflanzen, von denen 10 Samen trugen. Ihre Erbzahlen waren 19, 31, 38, 40, 43, 47, 48, 50, 52 und 63 %, sie erreichten also den Mittelwerth der erwarteten Mittelrasse und überschritten diesen in einem Falle sogar (63 % auf 316 Keimlingen). Nur von dieser allerbesten Mutter wurden die tricotylen Kinder ausgepflanzt (1896). Von diesen trugen 38 Exemplare Samen, mittelst welcher die Erbzahlen der einzelnen Mütter bestimmt wurden. Ich reducire sie in der üblichen Weise zu Gruppen mit 40, 45, 50 % u. s. w. als Mittelwerth und finde dann für die 38 Kinder der Mutter mit 63 % Erben:

Proc. Gehalt an Erben	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Anzahl der Samenträger	5	6	3	10	5	5	2	2	1

Die Zahlenreihe gipfelt auf etwa 55 % und stellt also ein gutes Beispiel einer jungen, rein isolirten, aber noch nicht wesentlich durch Zuchtwahl verbesserten Rasse dar.

Im Jahre 1897 habe ich die Cultur weiter fortgesetzt, hauptsächlich wegen des beabsichtigten Kreuzungsversuches, theilweise auch zur weiteren Verbesserung meiner Rasse. Ich säte die Samen von vier Müttern, welche 65, 66, 67 und 70 % Erben gehabt hatten, und

hatte 60 tricotyle Pflanzen in Blüthe, von denen 26 mir eine Ernte lieferten. Die Erbzahlen schwankten zwischen 35 und 90 % und betrugen im Mittel 74 %, was also einen befriedigenden Fortschritt bedeutet.

Mercurialis annua. Aus Samen, welche ich im Tausch der botanischen Gärten erhalten hatte, cultivirte ich 1892 zwei tricotyle Pflanzen, deren eine weiblich, die andere aber männlich war. Die Ernte war eine sehr geringe, es keimten nur 14 Samen, welche sämmtlich zwei Samenlappen hatten (1893). Ich isolirte die Samen dieser Gruppe bei der Ernte nicht und fand im nächsten Frühling auf 1100 Keimlingen 2 % Tricotylen (1894). Ausserdem waren auf dem Beete, aus den abgefallenen Samen noch mehrere Tricotylen aufgekommen, so dass ich im Ganzen 18 weibliche und eine entsprechende Anzahl männlicher Tricotylen hatte. Diese Cultur gab das gehoffte Resultat; die für die einzelnen Samenträger ermittelten Erbzahlen liefen regelmässig von 1—55 %; die fünf höchsten waren 31, 34, 41, 52 und 55 %. Die Mittelrasse war somit wenigstens in diesen letzteren Exemplaren isolirt worden. Ich habe dann (1895) nur von der einen Mutter mit 55 % Erben ausgepflanzt, und zwar nur tricotyle Keime. Allerdings war es dabei ungewiss, ob der Pollen nur von zur gesuchten Mittelrasse gehörenden Pflanzen hergerührt hatte, aber die im Frühling 1896 ermittelten Erbzahlen deuteten auf eine ausreichende Reinheit der Rasse hin. Ich habe diese Zahlenreihe bereits oben, S. 269, mitgetheilt. Das Mittel war auf 67, das Maximum auf 86 % gestiegen.

Ausgepflanzt wurden im Jahre 1896 die Tricotylen von zwei Müttern, mit 78 und mit 81 % Erben, und zwar 25 bezw. 20 Exemplare. Die Erbzahlen der beiden Gruppen differirten nicht wesentlich, schwankten zwischen 51 und 92 % und betrugen im Mittel von 25 Pflanzen (die übrigen waren männlich gewesen) 73 %. Die Rasse hatte sich also, dem Vorjahre gegenüber, noch etwas verbessert.

Sie wurde noch ein Jahr in derselben Weise fortgesetzt. Ich cultivirte (1897), von der Mutter mit 92 %, 12 weibliche und mehrere männliche tricotyle Kinder, und erhielt für diese Erbzahlen zwischen 65 und 91 %, im Mittel 78 %.

Nachdem also in der Ernte von 1894 die Zahl 55 % erreicht war, stieg der mittlere Gehalt in den drei folgenden Jahren meiner Selection auf 67—73 und 78 %.

Clarkia pulchella (Fig. 49). Im Frühling 1895 machte ich die mehrfach erwähnten umfangreichen Aussaaten von gärtnerischen Samen zur Aufsuchung tricotyler Mittelrassen. Die Samen von

Clarkia pulchella alba enthielten etwa 1 % Tricotylen. Es blühten deren 30, von denen aber nur 18 ausreichend Samen trugen. Zwei von diesen hatten 14 und 16 % Erben, die übrigen 0—7 %, im Mittel 4 %. Es wurden dann (1896) nur Tricotylen von der Mutter mit 16 % ausgepflanzt. Es waren 39 Exemplare, welche alle eine Erbzahl gaben. Diese sind auf S. 268 mitgetheilt worden und lagen bereits für 8 Mütter oberhalb 50 %. Die Mittelrasse war also offenbar schon in vielen Exemplaren vorhanden.

Im Jahre 1897 pflanzte ich nur Tricotylen der Mutter mit 64 % Erben aus, und erntete die Samen wiederum auf 39 Individuen. Die Erbzahlen schwankten für diese zwischen 16 und 79 und betrugen im Mittel 49 %. Die Rasse konnte also jetzt als völlig rein betrachtet werden.



Fig. 49. *Clarkia pulchella alba.* **Ein blühender Zweig.**

Helichrysum bracteatum compositum (Fig. 50). Aus derselben Aussaat wie die *Clarkia* pflanzte ich auch von *Helichrysum* tricotyle Keimpflanzen aus. Es waren deren verhältnissmässig viele, im Ganzen trugen 19 Exemplare Samen. Für jedes von ihnen wurde die Erbzahl besonders ermittelt; sie schwankte für 15 Pflanzen zwischen 2 und 8 und war im Mittel 4 %, daneben gab es einzelne höhere Zahlen: 12, 12, 16 und 41 %. Die letztere Mutter gehörte offenbar der gesuchten Mittelrasse an, alle übrigen wurden als zweifelhaft verworfen, obgleich, wenn diese eine bessere Pflanze zufällig nicht dabei gewesen wäre, diejenige mit 16 % mir wohl eine gleiche Aussicht geboten hätte, wie die entsprechende zur Begründung der Rasse gewählte Pflanze von *Clarkia.* Auffallend war bei dieser einen Pflanze der hohe Gehalt an Tetracotylen und der niedere an Hemitricotylen; von ersteren enthielt sie 11 %, von letzteren nur 1 %. Diese Eigenthümlichkeit hat sich später, namentlich in Bezug

auf die Tetracotylen, in ihren Nachkommen noch weiter ausgeprägt.

Im Jahre 1895 pflanzte ich nur Tricotylen und Tetracotylen von der Mutter mit 41 % Erben aus, und zwar auf getrennten Beeten. Von den Tricotylen trugen 32 Pflanzen eine ausreichende Ernte. Von diesen hatte eine nur 6 % Erben; für die übrigen schwankte die Erbzahl zwischen 13—43 % und betrug im Mittel 26 %. Die Tetracotylen gaben ähnliche Zahlen; sie waren 19 Pflanzen mit 14—42, im Mittel 25 %, und ein Exemplar, welches 51 % aufwies. Man darf letzteres einem günstigen Zufall zuschreiben und folgern, dass die Tetracotylen nicht wesentlich bessere, aber auch keine schlechteren Erben sind als die Tricotylen, dass sie aber ganz offenbar zu derselben Rasse gehören, d. h. durch dieselbe elementare Eigenschaft bedingt sind. Im Besonderen war der Gehalt an tetracotylen Keimen in dieser Cultur zwar ein sehr bedeutender, doch nur in ähnlichen Verhältnissen, wie oben für die erste Generation angegeben worden ist.



Fig. 50. *Helichrysum bracteatum compositum.* Ein blühender Gipfel einer Pflanze der tricotylen Mittelrasse.

Zur Fortsetzung der Rasse wurde nur von der tetracotylen Mutter mit 51 % Erben ausgepflanzt. Und zwar nur tricotyle und tetracotyle Keime, diese aber jetzt nicht mehr getrennt. Samen wurden geerntet und ausgesät für 37 Pflanzen; sie gaben Erbzahlen, welche nicht wesentlich vom Vorjahre abwichen. Sie schwankten ziemlich regelmässig zwischen 10—52 und betrugen im Mittel 35 %. Also in Bezug auf die Mittelzahl ein sehr wesentlicher Fortschritt.

Wegen eines anderen, unten zu besprechenden Versuches (vergl. § 23) wurde dann diese Cultur nicht weiter fortgesetzt.

Antirrhinum majus. Mit dieser Pflanze habe ich einen meiner ersten Versuche zur Herstellung einer tricotylen Mittelrasse gemacht, und es mag wohl meiner damaligen geringen Erfahrung zuzuschreiben sein, dass der Fortschritt ein viel langsamerer war als in den späteren Culturen. Auswahl aus zu wenigen Samenträgern und unzureichende Düngung betrachte ich jetzt als die Ursachen. Ich führe den Versuch aber dennoch an, weil er doch schliesslich zu einer einwurfsfreien tricotylen Mittelrasse geleitet hat, und diese auch zu meinen Kreuzungsversuchen benutzt wurde. Andererseits dürfte es nicht unwichtig sein, zu zeigen, dass man, bei etwaiger

Wiederholung meiner tricotylen Culturen, nicht immer darauf rechnen darf, in zwei bis drei Generationen zum Ziele zu gelangen.

Ich habe tricotyle Rassen aus zwei Varietäten des Löwenmauls zu isoliren gesucht. Erstens aus der im ersten Bande S. 494 erwähnten und auf Tafel VII abgebildeten gestreiften Sorte, als diese aber nach vier Generationen (1892—1896) es noch nicht so weit gebracht hatte als die andere, und 45 % noch nicht überschritten hatte, habe ich auf sie verzichtet und nur die zweite fortgesetzt. Ich beschränke meine Beschreibung somit auf diese letztere. Es war eine dunkelrothe mittelhohe Varietät.

Im Jahre 1892 hatte ich aus käuflichen Samen vier tricotyle Pflanzen, in deren Ernten ich im nächsten Frühling (1893) 2, 4, 7 und 7 % tricotyle Keime fand, auf je 300—500 Keimlingen. Ich pflanzte nur von einer der beiden Mütter mit 7 % aus, aber die Cultur misslang grossentheils und nur drei tricotyle Exemplare gaben eine ausreichende Ernte. Ihre Erbzahlen waren 2, 8 und 8 %. Wiederum wurde nur von einer der besten Mütter weiter gepflanzt (1894); ich hatte in diesem Jahre 12 tricotyle Pflanzen, für welche ich die Erbzahlen bestimmen konnte. Diese schwankten mit zwei Ausnahmen zwischen 7—19, die Ausnahmen stiegen aber bis 23 und 25 % heran. Das Mittel der ganzen Gruppe war 13 %. Von den beiden besten Müttern wurden (1895) die tricotylen Keime ausgepflanzt, und zwar in getrennten Gruppen. Diese zeigten in den Mittelzahlen einen deutlichen Unterschied, erreichten aber beide ausnahmsweise 41 %. Die Mutter mit 23 % Erben hatte auf 18 Kindern 7—31, im Mittel 17 %, und ein Exemplar mit 41 % tricotylen Grosskindern, während die Mutter mit 25 % auf 12 Kindern 15—31 %, im Mittel 26 % und zwei Kinder mit 41 % Erben hatte. Den Principien der Grossmutterwahl entsprechend wurden die drei Exemplare mit 41 % Erben nicht als gleichwerthig betrachtet, sondern nur von jenen beiden, deren Mutter 25 % Erben und im Mittel unter den Grosskindern 26 % gehabt hatte, ausgepflanzt. Die Nachkommenschaft der dritten Pflanze mit 41 % Erben wurde aber verworfen.

Zwischen den beiden Gruppen meiner Cultur von 1896 zeigte sich bei der Ermittelung der Erbzahlen im nächsten Frühling kein sehr deutlicher Unterschied. Diese Zahlen ergaben, in Procenten auf je etwa 300 Keimlingen:

Mutter	Erbzahlen der Kinder: Niedrigste	Mittelste	Höchste	Anzahl der Samenträger
A 41 %	31	45	67	16
B 41 %	22	50	79	22

Da diese beiden Culturen als typisch für eine gewöhnliche Mittelrasse ohne weitere Verbesserung durch Auslese gelten können, gebe ich hier die Zahlen der einen (B) in vollständiger Reihe. Sie waren:

71	79						
60	60						
50	51	55	55	55	56	58	59
41	42	46	47	47			
35	36	39					
22	25						

In dieser Weise aufgeschrieben zeigen die Zahlen ohne Weiteres ihre Gruppirung in der Form einer auf etwa 50—55 % gipfelnden Curve an.[1]

Es lag auf der Hand, nur von den Grosskindern der Pflanze B auszupflanzen, und ich wählte dazu (1897) die beiden Mütter mit 71 und 79 % Erben. Die beiden Culturen bestanden nur aus tricotylen Pflanzen, blühten auf besonderen Beeten, aber es wurde die Befruchtung, wie in den vorigen Jahren, den Insecten überlassen. Das Ergebniss der Ermittelung der Erbzahlen war im Frühling 1898 Folgendes:

Mutter	Erbzahlen der Kinder: Niedrigste	Mittlere	Höchste	Anzahl der Samenträger
C 71 %	34	62	74	23
D 79 %	48	64	79	24

Die Mittelzahlen zeigten also dem Vorjahre gegenüber einen Fortschritt, nicht aber das Maximum.

Fasse ich jetzt die ganze sechsjährige Cultur kurz zusammen, so finde ich die folgende Reihe:

	Erbzahlen in der Ernte von: 1892	1893	1894	1895	1896	1897
Höchste Erbzahl	7	8	25	41	79	79
Mittlere „	5	6	13	26	50	64
Niedrigste „	2	2	7	15	22	48

[1] In dieser Weise pflege ich für jede Ernte und jede Grossmutter meine Zahlen zusammenzustellen. Solche Gruppen geben in sehr bequemer Weise eine Uebersicht über das erhaltene Resultat, und lehren sofort, ob die Grenzen der wahrscheinlichen Fehler überschritten und also der exacte Nachweis von Differenzen zwischen den einzelnen Individuen vorhanden ist. Vergl. das erste Kapitel dieses Abschnittes.

Die Mittelrasse hat sich hier somit, wie bereits erwähnt, nur allmählich aus dem Gemisch isolirt, und zwar hauptsächlich wohl in Folge des anfänglich zu geringen Umfanges meiner Culturen.[1]

Papaver Rhoeas. Aus der gefüllten, vielfarbigen, gemischten Gartenvarietät dieser Pflanze habe ich im Jahre 1895 21 tricotyle Keime ausgesucht und weiter cultivirt. Sie trugen reichlich Samen und gaben im nächsten Frühling auf je 300 Keimlingen die folgenden Procentzahlen an Tricotylen:

18	19	19	20			
12	12					
7	7	8				
4	4	4	4	6		
0·5	1	1	1	1	1	2

Die Gruppe zeigt deutlich zwei Abschnitte, eine halbe Curve, welche auf etwa 1 % gipfelt, und vier Samenträger mit dem weit von den übrigen entfernten Gehalt von 18—20 %. Offenbar gehörten diese vier der gesuchten Mittelrasse an, und waren die übrigen theils Repräsentanten der Halbrasse, theils Bastarde zwischen beiden Rassen. Ausgepflanzt wurden (1896) die besten tricotylen Keime von zwei Müttern mit 18 und 19 % Erben. Sie blühten und trugen meist reichlich Samen; die Ermittelung der Erbzahlen auf je 300 Keimlingen ergab für die eine Mutter auf 24 Kindern 10—56, im Mittel 19 %, und für die andere 10—53, im Mittel 26 %. Ausgepflanzt wurde von den zwei besten Müttern dieser Gruppen, und die nächste Generation ergab im Frühling 1898: 23—65, im Mittel 40 % auf 17 Samenträgern, und 26—75, im Mittel 47 % auf 13 Exemplaren.

Phacelia tanacetifolia (Fig. 51). Meine Rasse rührt aus derselben Aussaat käuflicher Samen her, wie *Clarkia, Helichrysum* und *Papaver.* Im Sommer 1895 hatte ich aus käuflichem Samen 20 tricotyle Pflanzen in Blüthe; ihre Erbzahlen gaben eine ähnliche zweigliederige Gruppe wie die soeben erwähnten von *Papaver.* Drei Samenträger hatten 12, 12 und 14 %, die übrigen 1—10 %. Nur jene drei wurden zur Begründung meiner Rasse ausgewählt. Ihre Culturen gaben 30, 6 und 9 Einzelernten, welche im Frühling 1897 in der üblichen Weise beurtheilt wurden. Die niedersten, mittleren und höchsten Erbzahlen der drei Gruppen waren 5 — 26 — 58, 21 — 28 — 42 und 6 — 14 — 16 %. Die zwei ersten Grossmütter hatten also deutlich bessere

[1] Ueber diese Verzögerung der Isolirung und den Einfluss möglicher Kreuzung darauf vergl. die beiden letzten Paragraphen dieses Kapitels (§§ 24 und 25).

Nachkommen gegeben als die letztere. Ich wählte zur Fortsetzung meiner Rasse die erstere Gruppe, und daraus die zwei besten Mütter mit 54 und 58 % Erben. Sie gaben zwei Gruppen von tricotylen Pflanzen, deren Ernten im Allgemeinen einen grossen Fortschritt der Rasse aufwiesen, von einander aber nicht wesentlich abwichen. Mit Ausnahme der Extremen bildeten diese Zahlen eine geschlossene Gruppe von 35 Erbzahlen zwischen 35—72, im Mittel 57 %. Die Extreme waren 20—22 % und 80, 84, 85 und 90 %; die beiden



Fig. 51. *Phacelia tanacetifolia.* Ein blühender Zweig.



Fig. 52. *Silene inflata.* Eine ganze Pflanze.

ersteren, welche wohl die Folge noch unvollständiger Isolirung waren, kamen in derselben Gruppe vor; die hohen Zahlen waren aber auf die Nachkommen der beiden Grossmütter vertheilt.

Mit der Mittelzahl von 57 % war aber die Mittelrasse offenbar erreicht, und es wurde die Cultur somit nicht weiter fortgesetzt.

Silene inflata (Fig. 52). Diese Rasse erhielt ich durch einen reinen Zufall; die Stammpflanze gehörte zu derjenigen Reihe von Formen, welche ich im Laufe der Jahre in Cultur genommen habe, um Arten in einer Mutationsperiode aufzufinden (vergl. Bd. I, S. 151).

Es war ein einziges Individuum, welches, aus einem mit Getreide importirten Unkrautsamen aufgegangen, im Jahre 1892 in meinen Versuchsgarten übergepflanzt wurde. Diese Pflanze enthielt in ihrer Ernte 3 %, und als sie 1893 wiederum geblüht hatte, 4 % Tricotylen. Als ich nun die Tricotylen der ersten Ernte im Sommer 1893 ausgepflanzt hatte, gaben acht von ihnen ein ausreichendes Samenquantum. Ich zählte in jeder Probe 200—1300 Keimlinge und fand 2—15 % und in den besten Fällen 24 und 32 % (letztere auf 1300 und 1060 Keimlingen). Im Mittel 11 %.

Offenbar gehörte die Urpflanze somit zu einer tricotylen Mittelrasse, und als solche hat sie sich auch in ihrer Nachkommenschaft bestätigt.

Im Frühling 1894 pflanzte ich nur tricotyle Kinder von der Mutter mit 32 % Erben aus, und hatte 22 samentragende Pflanzen. Diese gaben mir im nächsten Jahre ebenso viele Erbzahlen, welche zwischen 26 und 55 % schwankten und im Mittel 37 % erreichten. Es gab drei Individuen mit 54, 55 und 55 % Erben. Das Mittel lag hier also höher als der entsprechende Werth der Mutterpflanze, die Regression fand also nicht in der Richtung nach 0, sondern nach der entgegengesetzten Seite statt, wie solches bei der Isolirung neuer Rassen aus ihren Gemischen sein soll.

Im Sommer 1895 pflanzte ich tricotyle Kinder von den beiden Müttern mit 55 % Erben aus, hielt sie in zwei Gruppen und ermittelte aus den Ernten von 31 Individuen die Erbzahlen. Die beiden Gruppen zeigten keinen wesentlichen Unterschied, die Zahlen schwankten zwischen 26 und 73 und betrugen im Mittel 53 %. Es hatte somit das Mittel jetzt den Werth der Mutter erreicht, die Rasse konnte als isolirte Mittelrasse ohne Züchtungseinfluss betrachtet werden.

Für die nächste Generation wählte ich die tricotylen Nachkommen von drei Pflanzen mit 66, 68 und 73 % Erben. Es trugen (1896) 25 Pflanzen eine Ernte, aber durch ungünstige Umstände war in diesem Jahre die Cultur eine sehr schwache, die meisten Individuen lieferten weniger als 200 keimfähige Samen. Die Erbzahlen waren also keine sehr genauen, bildeten aber eine geschlossene Gruppe, welche zwischen 18 und 56 % schwankte und im Mittel nur 32 % erreichte. Es hatte also trotz der Auslese ein allgemeiner Rückschritt stattgefunden.

Zusammenfassung. Ueberblickt man den Lauf der mitgetheilten Versuche, so fällt es auf, dass eine bestimmte Gruppe von Erbzahlen viel häufiger vertreten ist als die übrigen. Es sind dies die Zahlen um etwa 55 % herum. Und zwar werden diese meist in den Keim-

zählungen am Schlusse der zweiten Generation, bei etwas weniger günstigen Versuchen am Schlusse der dritten oder vierten erreicht. Um diese Thatsache zum klaren Ausdruck zu bringen, gruppire ich die ganze Versuchsreihe so, dass die am nächsten bei 55 % kommenden Zahlen in eine Spalte zusammengebracht werden.

Isolirung tricotyler Mittelrassen.[1]

Höchste procentische Erbzahlen für die auf einander folgenden Generationen.

	Erste Generation	1—50			Etwa 55 %	60—95		
Antirrhinum majus . .	1892	7	8	25	41	79	79	—
Mercurialis annua . .	1892	I	0	2	55	86	92	91
Silene inflata	1892	I	3	32	55	73	56	—
Cannabis sativa . . .	1893	I	3	15	52—63	80	90	—
Clarkia pulchella . . .	1895	—	I	16	64	79	—	—
Helichrysum bracteatum	1895	—	I	41	51	52	—	—
Papaver Rhoeas . . .	1895	—	I	20	56	75	—	—
Phacelia tanacetifolia .	1895	—	I	14	58	90	—	—
Oenothera hirtella . .	1895	—	I	8	56	89	—	—

In dieser Tabelle giebt die erste Spalte das Jahr an, in welchem der Versuch anfing, sei es mit der Auswahl von tricotylen Keimen aus käuflichen oder sonstwie bezogenen Samen, sei es mit zufällig erhaltenen Pflanzen (*Oenothera, Silene*). Dieses Jahr ist in den folgenden Spalten, wo nöthig, mit I angedeutet (erste Generation), die darauf nach rechts in jeder Zeile folgenden Zahlen beziehen sich auf die auf der ersten und auf einander folgenden Generationen. Es gab also z. B. *Clarkia* in der Ernte der ersten Generation bis 16 % Tricotylen, in jener der zweiten und dritten Generation 64 und 79 % solcher Erben.

Das Hauptresultat dieser Tabelle liegt in der Vergleichung mit der Zahlengruppe, welche auf S. 247 für die Halbrassen gegeben wurde. Dort brachte es die Selection durch vier bis sechs Jahre nicht weiter als zu 2—4 %, in Ausnahmsfällen zu 15—20 %. Hier aber wird meist in zwei bis drei Generationen etwa 55 % erreicht. Dort liess sich von der weiteren Fortsetzung der Auslese keine wesentliche Verbesserung erwarten, was durch die länger fortgesetzten Versuche mit *Amarantus*

[1] Für die nähere Erklärung dieser Tabelle vergl. unten, am Schluss des § 24.

und *Scrophularia* auch bestätigt wurde. Hier aber ist die Auslese in der Regel eine sehr wirksame, indem sie die besten Erben der Rasse bald auf eine Erbkraft von etwa 80—90 $^0/_0$ hinaufführt.

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass hier ganz andere Verhältnisse gefunden werden als dort. Dort gab es nur Rassen mit halben Curven, auf welche die Selection nur geringen Einfluss hatte; hier aber gab es neben diesen die höchst variablen, für Selection und Lebenslage äusserst empfindlichen Mittelrassen. Diese liessen sich leicht isoliren, sei es, dass sie in dem ursprünglichen Samenquantum schon in einem oder mehreren Exemplaren vorhanden waren, sei es, dass man nur Bastarde zwischen der Mittel- und der Halbrasse fand und durch deren Spaltung die gewünschte Rasse erhielt. Aber diesen letzteren Fall werde ich erst erörtern können, wenn wir dafür durch die künstlichen Bastardirungen die erforderliche Grundlage gewonnen haben werden.

Die Isolirung der tricotylen Mittelrassen erforderte in den ersten Versuchen 3—4 Generationen. Später, als ich die Culturen sofort in grösserem Umfange anfing, reducirte sich die Anzahl auf zwei Jahre. Die weitere Auslese brachte es meist in einem Jahre auf 70—80, bisweilen sofort oder nach zwei Generationen auf 90 $^0/_0$. Ungünstige Lebenslagen gaben Ausnahmen oder sogar Rückschritt, aber nur *Helichrysum* und *Silene* fallen in dieser Hinsicht auf. Bei weiterer Selection erhielten sich *Cannabis, Mercurialis* und *Antirrhinum* auf 80—90 $^0/_0$, und wahrscheinlich würde man in einzelnen Individuen auch wohl gelegentlich 100 $^0/_0$ erreichen können. Den Maximalzahlen entsprechen im Allgemeinen die Mittelzahlen aus den ganzen Culturgruppen; sie halten sich meist um 55 $^0/_0$ herum, können aber durch Auslese verbessert, durch schlechte Lebenslage herabgesetzt werden.

Schliesslich ist zu bemerken, dass die Zahlen für diese Mittelrassen so weit von denen der Halbrassen (S. 247) entfernt sind, dass jeder Gedanke an einen möglichen Einfluss der unvermeidlichen Fehler bei der Probenahme von selbst hinfällig ist, und dass somit Erbzahlen von 1—5 $^0/_0$ oder gar von 5—20 $^0/_0$, wenn sie sich trotz Auslese erhalten, auf Halbrassen, solche von 40—60 $^0/_0$ aber, wo sie in den Einzelernten gefunden werden, auf Mittelrassen schliessen lassen.

Bei der Isolirung einer Mittelrasse aus der ursprünglichen Samenprobe trennt man diese von der dort gleichfalls vertretenen Halbrasse. Denn wohl nie findet man die Mittelrasse als solche rein; wohl keine Pflanzenart hat in den nicht ausgelesenen Samen in normaler Weise

etwa zur Hälfte tricotyle Keime. Verfolgt man die Trennung nach der statistischen Methode, so findet man, dass zwei Curven, eine halbe, auf etwa 0 % gipfelnde, und eine zweischenkelige, mit dem Gipfel auf etwa 50 % (bezw. 55 %), sich von einander scheiden lassen. Es kann daher in der einen oder der anderen Uebergangsgeneration vorkommen, dass beide Curven, mehr oder weniger deutlich erkenntlich, neben einander liegen, dass man somit zeitweise eine zweigipfelige, sogenannte dimorphe Curve hat. Diesen Fall habe ich nun mehrfach bei meinen Isolirungsversuchen beobachtet, und gelegentlich auch schon erwähnt.

Solche dimorphe Curven erhält man in den fraglichen Uebergangsgenerationen am leichtesten, wenn man nicht nur tricotyle Keime auspflanzt, sondern daneben auch dicotyle. Denn wie früher bereits erwähnt wurde, besteht eine grosse Aussicht, dass viele Dicotylen zur Halbrasse und viele Tricotylen zur Mittelrasse gehören werden. Ist aber die letztere einmal isolirt, so gehören ihr alle Individuen ihrer Saaten an, unabhängig von der Frage, ob sie zwei oder drei oder gespaltene Samenlappen haben. Dann lässt sich also eine solche Dimorphie der Curven nicht oder doch nur bei anhaltender Zuchtwahl und in anderer Weise erwarten.[1]

Ich führe als Beispiel die Cultur von *Mercurialis annua* im Jahre 1895 an (vergl. die Tabelle S. 281), da diese, als zweihäusige Pflanze, eher eine Ausgleichung der Differenzen würde erwarten lassen. Das Exemplar mit 55 % Erben von 1894 konnte gerade demzufolge gemischt befruchtet sein; seine Kinder hatten die folgenden Erbzahlen:

A. Tricotyle Kinder	81	82	86		
	72	74	76	78	
	66	67			
	44	48	50		
B. Dicotyle Kinder	34	35	36	40	
	21	22	24	25	25
	18	20			

Die Gruppe war somit dimorph, die Mittelrasse noch nicht rein. Aehnlich verhielt es sich in anderen Fällen.

Auch bei *Clarkia pulchella* gingen die Atavisten zurück, als ich sie im Jahre 1897 auf einem besonderen Beete, gleichzeitig mit der

[1] Für diese Frage vergleiche man die betreffenden Versuche mit *Helianthus annuus syncotyleus*.

früher erwähnten Tricotylen-Cultur und aus Samen derselben Mutter pflanzte. Diese Mutter hatte bereits 64 % Erben, war aber die erste in der Rasse mit einer hohen Zahl, und gehörte somit noch der Uebergangsperiode an. Ich fasse die erhaltenen Erbzahlen in Gruppen von 5—15 %, 15—25 % u. s. w. zusammen und gebe für jede Gruppe, unter der mittleren Procentzahl, also 10—20 u. s. w., die Anzahl der Exemplare, welche nach ihrer Erbzahl zu dieser Gruppe gehörten.

Procentischer Gehalt an Erben	10	20	30	40	50	60	70	80
Anzahl tricotyler Exemplare	0	2	5	8	8	12	3	1
„ atavistischer „	4	13	9	11	0	2	—	—

Das Mittel für die tricotylen Exemplare war 49 %, für die Atavisten aber 30 %.

Ist die Rasse isolirt, so haben selbstverständlich die Atavisten noch stets geringere Erbzahlen als die Tricotylen. Aber der Unterschied ist nur noch ein geringer und die Curve für beide Typen zusammen wird eine eingipfelige. Ich habe für *Oenothera hirtella* neben den tricotylen Kindern der Mutter von 1896 mit 56 % Erben auch für die atavistischen Kinder derselben Mutter eine Reihe von Erbzahlen bestimmt. Die Mutter war, unter Ausschluss des Insectenbesuches, rein durch sich selbst befruchtet, und ebenso waren es die sämmtlichen Kinder. Ich gruppire die Erbzahlen in derselben Weise wie oben:

Procentischer Gehalt an Erben	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Anzahl tricotyler Exemplare	—	—	—	1	6	11	14	10	1
„ atavistischer „	1	0	4	3	10	11	11	6	0
Berechnet für die ganze Nachkommenschaft	1	0	4	4	19	27	32	21	1

Die Zahlen der Tricotylen haben im Mittel 72 %, diejenigen der Atavisten 60 %, was an sich für eine Mittelrasse ausreichen würde. Für die ganze Gruppe finde ich die untere Zeile, wenn ich die Zeile der Tricotylen, von denen ich im Verhältniss zu den Atavisten zu wenige cultivirt hatte, einer entsprechenden Correctur unterziehe. Die Gesammtcurve ist deutlich monomorph, wenn auch sehr flach.

Solche Curven mit grosser Amplitude deuten auf eine entsprechend grosse Variabilität und somit auf eine erhebliche Empfindlichkeit für äussere Einflüsse, wie wir das auch sonst bei Mittelrassen gefunden haben.

Dieser grossen Amplitude entspricht es, dass auch bei noch so scharfer Selection niedere Erbzahlen nie völlig ausgeschlossen werden.

Auch wenn die Curve bei 60—70 % gipfelt, können Zahlen unterhalb von z. B. 25 %, noch vorkommen. Die Curve hat dann einen „Schweif" nach der atavistischen Seite und unterscheidet sich dadurch auffallend von den entgegengesetzt gerichteten Curven der Halbrassen. Da ich aber auf diesen Punkt bei den syncotylen Rassen zurückkommen werde, verzichte ich darauf, hier Beispiele anzuführen.

§ 22. Die partielle Variabilität der Tricotylie.

Bei Versuchen mit tricotylen Rassen bildet, wie wir gesehen haben, die Erbzahl den wichtigsten Grund für die Auslese. Diese Erbzahl bedeutet aber den Gehalt der Ernte an tricotylen Keimen. Von jedem einzelnen Individuum werden die Samen für sich geerntet, ausgesät und beim Keimen gemustert. Ob das Individuum selbst zwei oder drei oder gespaltene Samenlappen hatte, ist eine Frage, welche nur einen Anhaltspunkt von untergeordneter Bedeutung für die Zuchtwahl bietet. Durchschnittlich sind die Atavisten und Hemitricotylen ohne Zweifel minderwerthiger als die Tricotylen und Tetracotylen, aber mit so geringen Unterschieden, dass man bei den einzelnen Exemplaren darauf nicht rechnen kann.

Die Ermittelung der Erbzahl hängt also wesentlich von der Ernte ab. Je grösser diese auf einem Individuum ist, um so genauer wird der gefundene Werth dem aus einer ideal vollständigen Ernte abgeleiteten entsprechen. Man würde also am besten thun, seine Pflanzen so üppig wie möglich wachsen zu lassen, und auf möglichst zahlreichen Aesten und Zweigen die Samen aller Früchte zu sammeln. Leider aber lässt sich solches nicht ausführen, und ist die Aufgabe bei Versuchen gerade im Gegentheil in der Regel, auf einer gegebenen Fläche möglichst viele Individuen wachsen zu lassen. Je zahlreicher die Exemplare sind, um so schärfer kann die Auslese werden, um so grösser ist, was noch viel wichtiger, die Aussicht, eine gesuchte Sorte in einer Mischung aufzufinden. Unverzweigte oder fast unverzweigte Pflanzen mit gipfelständiger Inflorescenz brauchen offenbar viel weniger Raum als stark verzweigte Individuen. Und grössere Ernten kosten unverhältnissmässig viel Zeit; am liebsten würde man sich darauf beschränken, von jedem Exemplar nur so viel Samen zu sammeln, als für die Aussaat des nächsten Jahres gerade erforderlich ist.

Aus diesen Ueberlegungen entsteht die Frage, ob die einzelnen Gruppen von Früchten sich in Bezug auf die Erbzahl gleich verhalten, oder vielleicht wesentliche Differenzen zeigen. Findet man die Erbzahl anders auf den Zweigen als auf dem Haupt-

stamm? Liefern die ersten Samen andere Zahlen als die späteren? Hat bei ausdauernden Gewächsen das Jahr der Ernte einen Einfluss? Diese Fragen sind selbstverständlich zu beantworten, wenn man im Interesse des Versuches seine Einzelernten so viel wie thunlich beschränken will.

Im ersten Bande, in den beiden letzten Paragraphen, haben wir gesehen, dass semilatente Eigenschaften einer gewissen Periodicität auf der Pflanze unterworfen sind, und dass auch die Wahl der Samen auf der Pflanze bei der Selection eine Rolle spielt. Es fragt sich somit, wie sich die tricotylen Rassen in dieser Beziehung verhalten.

Im Allgemeinen gilt die Regel, dass eine Knospe, sei es eine Zweig- oder eine Blüthenknospe, um so mehr zu Anomalien geneigt ist, je kräftiger sie ist (Bd. I, S. 638), und dass also mit Zunahme der Zweigordnung die Aussicht auf Anomalien abnimmt (ibid. S. 642). Die ersten oder unteren Früchte einer Inflorescenz werden besser sein als die höchsten, und die Früchte der schwachen Zweiglein an den Aesten und Nebenzweigen wird man verwerfen müssen.

Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, dass die Blüthenknospen sich wesentlich anders verhalten werden als die vegetativen Theile. Das klarste Beispiel für die einschlägigen Erscheinungen liefern reich verzweigte Exemplare der zwangsgedrehten Rasse *Dipsacus sylvestris torsus*. Die Zwangsdrehung umfasst den mittleren Theil der Hauptachse, nicht deren Anfang und Ende. Sie wiederholt sich auf den stärkeren Aesten der Mitte des Stammes, und auf diesen nur im mittleren Theile, und mit Ausschluss etwaiger schwacher Aeste. Je kräftiger ein Stamm oder ein Ast, um so grösser ist die gedrehte Strecke, aber beim Ast ist sie immer nur auf einzelne Internodien beschränkt, während sie den Stamm oft fast gänzlich umbilden kann. Nebenzweige zweiter Ordnung zeigen höchstens Spuren der Anomalie.

Wenden wir dieses Beispiel auf die Vertheilung tricotyler Samen auf einer Pflanze an, so würden wir folgern müssen, dass der untere Theil der endständigen Inflorescenz des Hauptstammes die meiste Aussicht auf dreigliederige Keime bieten würde. Aber die Blüthen und Früchte selbst sind Seitenzweige, und es fragt sich somit, in wie weit dieser Schluss berechtigt ist.

Bei Arten mit einer reichblüthigen und zumal an Samen reichen Hauptinflorescenz, wie *Oenothera* und *Antirrhinum*, habe ich mich meist auf diese, wo möglich auf ihren unteren oder mittleren Theil beschränkt, bei *Helichrysum* auf die erstblühenden Köpfchen, bei *Clarkia* und *Phacelia* auf so viele der erstblühenden Zweige, als für eine befriedigende Ernte ausreichten u. s. w. Es fragt sich somit, ob

diese „Anfangsernte“ dieselbe Erbzahl giebt als eine möglichst grosse.

Zu diesem Zwecke habe ich eine Anzahl von Nebenversuchen angestellt. Sie haben die Frage durchaus bejaht. Es giebt allerdings kleine Unterschiede, diese fallen aber nur höchst selten ausserhalb der bei der Beurtheilung von Erbzahlen erforderlichen Latitüde von 5 $^0/_0$. Ich werde jetzt diese Versuche in möglichst gedrängter Form vorführen.

Einen ersten Versuch habe ich mit *Oenothera hirtella* ausgeführt, welche Pflanze sich in Pergaminbeuteln ohne künstliche Hülfe selbst befruchtet. Ich pflanzte sieben tricotyle Keimlinge von einer Mutter mit 66 $^0/_0$ Erben im Sommer 1898 in Entfernungen von etwa 1 Meter aus, liess sie sich reichlich verzweigen und zu üppigen breiten Pflanzen werden, sorgte für die Blüthe in Pergaminbeuteln, und erntete und untersuchte die Samen für jeden einzelnen Zweig besonders. Die Vergleichung aller gewonnenen Erbzahlen ergab nur geringe Unterschiede, und ich führe deshalb nur die Mittelwerthe an. Ich ermittelte die Erbzahlen für die endständigen Inflorescenzen des Hauptstammes und fand im Mittel 38 $^0/_0$, für vier grundständige Nebenstengel (vergl. Fig. 55, B. I, S. 213), im Mittel 45 $^0/_0$, für die oberen Stengelzweige (vergl. Fig. 49, Bd. I, S. 199) im Mittel aus 24 Einzelbestimmungen 47 $^0/_0$, und für die unteren Stengelzweige, welche bei dieser Art erheblich schwächer zu sein pflegen, in 8 Zählungen im Mittel 52 $^0/_0$. Die Unterschiede lagen also gerade anders, als man erwarten würde; sie lehren, dass in diesem Falle die Ernte der Hauptinflorescenz eine etwas niedrigere Erbzahl gegeben hat, als die Gesammternte derselben Pflanzen aufgewiesen haben würde. Bei *Dracocephalum moldavicum,* wo die Erbzahlen überhaupt kleine sind, sammelte ich im Sommer 1895 die Samen auf allen Exemplaren getrennt für den Hauptstamm und die Seitenzweige, fand aber keinen Unterschied (0·4 $^0/_0$ für beide). *Amarantus speciosus* gab im Jahre 1892 regelmässig in der Endrispe etwas höhere Zahlen als auf den unteren Zweigen, aber mit sehr geringen Differenzen. Im Mittel aus 20 Pflanzen 2·8 $^0/_0$ für die ersteren und 1·7 $^0/_0$ für die letzteren.

In manchen Versuchen habe ich die erstreifenden Samen getrennt von den späteren gemustert. So bei *Amarantus speciosus, Scrophularia nodosa, Mercurialis annua, Antirrhinum majus, Silene inflata* u. a. Deutliche Unterschiede wurden dabei nicht gefunden. In grösseren Reihen findet man bisweilen Abweichungen, aber nur solche, wie die unvermeidlichen Fehler der Probeentnahme sie erwarten lassen. Bei *Mercurialis annua* habe ich in mehreren Jahren die Keimpflanzen

ausgezählt, welche aus den ersten abgefallenen Samen auf dem Beete keimten; hier springen bekanntlich die Früchte mit einem Stoss auf, und schleudern ihre Samen dabei weg. Solche Zählungen ergaben im Wesentlichen dasselbe Resultat wie die späteren vorschriftsmässigen Prüfungen; ich benutzte sie, um vorläufig einen Ausschluss über den etwaigen Fortschritt meiner Rasse zu bekommen.

Durch Beschneiden während der Wachsthumsperiode und durch das Aufhören mit dem Einsammeln, sobald genug Samen geerntet sind, pflege ich meine Einzelernten auf das gewünschte Maass zu beschränken, wozu ich für die einzelnen Arten in den ersten Generationen die erforderlichen Daten aufgeschrieben habe. Ich habe mehrfach solche Ernten mit weit umfangreicheren verglichen, indem ich entweder nicht beschnitt oder die Ernte an dem bestimmten Tage nicht abbrach. *Amarantus speciosus* gab dabei mehrfach bei kleinerer Ernte höhere Erbzahlen, jedoch mit geringen Unterschieden und vielen Ausnahmen. *Cannabis sativa* gab in der Ernte von 1894 auf sehr grossen Exemplaren mit weit über 100 Ccm. Samen im Allgemeinen dieselben Erbzahlen wie auf mittleren und schwächeren Individuen. Bei einer Gesammternte (ohne jegliche Einschränkung gewonnen) von 80—110 Ccm. im Mittel 11 %, bei 20—35 Ccm. im Mittel 14 %. Ebenso in anderen Jahren. Bei *Oenothera rubrinervis* sah ich oft bei grösserer Ernte die Erbzahl abnehmen, aber nur um Zehntelprocente im Mittel aus zahlreichen Einzelproben. Ebenso bei *Scrophularia nodosa*.

Diese letztere Art sowie *Silene inflata* sind perennirend und bieten daher ein Material, um die Ernten derselben Pflanze in den auf einander folgenden Jahren zu vergleichen. Wesentliche Unterschiede fand ich auch hier nicht. Von *Silene inflata* habe ich bereits oben für eine einzelne, isolirt blühende Pflanze die Erbzahlen der Jahre 1892 und 1893 als 3 % und 4 % erwähnt. Für *Scrophularia* habe ich die Bestimmungen sowohl im Anfang meiner Cultur, bei niederen Erbzahlen, als namentlich in den Jahren 1896—1899 bei etwa 15 % und höher gemacht. So haben sechs Pflanzen in den Jahren 1897, 1898 und 1899 die folgenden Erbzahlen gegeben, wobei die eingeklammerte Zahl sich immer auf das zweite Jahr bezieht: A 22 (25), B 25 (17), C 22 (17), D 23 (25), E 27 (25), F 23 (22). Auf eine Zu- oder Abnahme des procentischen Gehaltes an tricotylen Erben lassen diese Zahlen offenbar keinen Schluss zu.

Nach allen diesen Versuchen scheint mir eine Beschränkung der Einzelernten auf das gerade für die betreffende Cultur erforderliche Maass durchaus zulässig.

§ 23. Einfluss der Lebenslage auf die Tricotylie.

Welche Samen in einer Frucht bekommen aberrante Keime? Diese Frage gehört zu den einfachsten und doch schwersten Aufgaben der experimentellen Züchtung überhaupt. Sollte es einmal gelingen, sie zu lösen und einen willkürlichen Eingriff in diesen Vorgang zu ermöglichen, so würde gewiss ein klares Licht auf ganze Reihen von Erscheinungen auf dem Gebiete der Erzeugung von Rassen geworfen werden.

Bei der Behandlung dieser Frage wird man von selbst auf die Eizellen und Pollenkörner zurückgeführt, und es stellt sich die Aufgabe somit als eine doppelte heraus. Dazu kommt dann noch als dritter Factor das Ergebniss der Verbindung der beiden Sexualzellen, welches jedenfalls nicht ein einfaches Mittel darstellt.

Ich bin der genannten Frage nur in so weit näher getreten, als es für die Herstellung und Sicherung der geeigneten Versuchsbedingungen für meine Culturen erforderlich war. Meine Zuchtversuche verlaufen im Allgemeinen sehr regelmässig; die Erfolge der Auslese zeigen sich nur selten von anderen Einflüssen merklich gestört. Bisweilen war dieses aber offenbar der Fall, und gerade solche Erfahrungen berechtigen uns, der Lebenslage eine wichtige Rolle bei der Entscheidung über den Gehalt an tricotylen Keimen in der Ernte einer Pflanze zuzuschreiben. Gehen wir dann aber dazu über, diesen Einfluss zu analysiren, so gelangen wir zu Versuchen, welche bei der Ausführung, wenigstens bis jetzt, einen entsprechenden Einfluss nicht gezeigt haben.

Ein paar Beispiele mögen genügen. Unter sehr besonderen, den ganzen Wuchs der Pflanze verändernden Einflüssen stieg die Erbzahl in meiner Rasse von *Amarantus speciosus* im Jahre 1891 plötzlich von 4·5 % auf 13 %, ohne sich bei Auslese darauf fernerhin erhalten zu können (S. 258). Dagegen ging im Sommer 1896 die ganze Cultur von *Silene inflata* durch schlechtere Umstände sehr zurück, und damit fiel das Mittel aller Erbzahlen von 53 % auf 32 %. Offenbar kann das eine Jahr ganz anders auf die Pflanzen einwirken als das andere, auch wenn die Behandlung eine möglichst gleichmässige ist. Vielleicht findet die Einwirkung in der Jugend der Pflanzen statt, vielleicht auch bei der Ausbildung der Sexualorgane und zur Zeit der Befruchtung. Anknüpfungspunkte für weitere Untersuchungen liegen hier zahlreich vor.

Im Allgemeinen ist die Aussicht auf Anomalien um so grösser,

je kräftiger die betreffenden Samen sind (Bd. I, IV, § 29, S. 644). Es fragt sich also, ob man durch bessere Ernährung seiner Pflanzen die Anzahl solcher kräftigerer Samen erhöhen kann. Leider muss man in den Versuchen dabei mit Mittelzahlen zufrieden sein, und solche geben selbstverständlich viel geringere Differenzen als die einzelnen extremen Fälle. Ich fand bisweilen einen deutlichen Einfluss der Lebenslage, meist aber keine wesentlichen Unterschiede.

Zunächst erwähne ich den Einfluss der Düngung. Nach der herrschenden Meinung fördert Stickstoffdüngung die Blattentwickelung, Phosporsäuredüngung dagegen das Blühen und die Fruchtbildung. Als Stickstoffdünger benutze ich Hornmehl, in Verbindung mit getrocknetem Rinderguano, als Phosphordünger das gewöhnliche Superphosphat. Doch finde ich in der Regel, dass das erstere eine reichere Blüthe und Samenernte giebt als das letztere. Im Jahre 1899 habe ich einen vergleichenden Versuch mit *Oenothera hirtella* angestellt, indem ich nur Keimpflanzen einer einzigen selbstbefruchteten Mutter auspflanzte. Während der Blüthe wurde jede Inflorescenz in einem Pergaminbeutel vom Insectenbesuch abgeschlossen. Die Stickstoffpflanzen wuchsen anfangs rascher und üppiger als diejenigen auf dem Phosphatbeete, auch fingen sie etwas früher an zu blühen und gaben demzufolge eine etwas grössere Ernte. Denn auf fast allen Pflanzen musste die Befruchtung abgeschlossen werden, bevor alle Knospen geöffnet waren, da die im September blühenden Blüthen unter unserem Klima keine Zeit mehr haben, ihre Früchte zu reifen.

Die Ernte wurde für jede einzelne Pflanze besonders untersucht und gab also, in der mehrfach beschriebenen Weise, für jedes Individuum eine procentische Erbzahl. Ich fasse diese wiederum in Gruppen von 15—25, 26—35, 36—45, im Mittel 20, 30, 40 % u. s. w. zusammen, und erhalte dann die folgende Uebersicht:

Erbzahlen von *Oenothera hirtella* in 1899.

Procentische Erbzahlen	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Nach Stickstoffdüngung	0	8	**17**	12	9	5	2	2	1
Nach Phosphatdüngung	1	2	9	**14**	7	8	5	1	1

Anzahl der Individuen im ersten Versuch 56, im zweiten 48. Mittlere Ernte pro Pflanze 3·5 und 2·5 Ccm. Die Ernte wurde nur von der endständigen Rispe genommen. Mittlere Erbzahl für die

Stickstoffpflanzen 37 %, für die Phosphatcultur 44 %. Die Mutter aller dieser Pflanzen hatte 66 % Erben gehabt.

Die Düngung mit Superphosphat ist also in diesem Falle für die Ausbildung tricotyler Keime in sonst gleicher Cultur merklich günstiger als diejenige mit Hornmehl.

Genau dasselbe Resultat erhielt ich in demselben Jahre mit *Helichrysum bracteatum.* Ich pflanzte nur tricotyle Keimlinge von einer einzigen Mutter mit 11 % Erben aus, ermittelte und berechnete die Erbzahlen in der gewöhnlichen Weise und fand:

Erbzahlen von *Helichrysum bracteatum* in 1899.

Procentische Erbzahlen	10	20	30	40	50	Mittel
Nach Stickstoffdüngung	2	**22**	18	5	1	26 %
Nach Phosphatdüngung	1	5	**20**	11	2	32 „

Anzahl der Individuen 48 und 39. Wachsthum auf dem Stickstoffbeete sehr üppig, Blätter dunkelgrün, reichliche Blüthe. Auf dem Phosphatbeete gelbgrün, wenig verzweigt, weniger reifende Köpfchen. Daher trugen nur 39 Exemplare von den 50 ausgesetzten Pflanzen eine ausreichende Ernte.

Nicht immer erhält man so deutliche Ergebnisse, namentlich nicht, wenn man nicht Samenpflanzen, sondern durch vegetative Vermehrung erhaltene Theile eines einzigen Individuums vergleicht. Ich machte einen solchen Versuch mit einem Exemplar von *Oenothera (Kneiffia) glauca,* erhielt aber (1899) sowohl von der Phosphathälfte als von der Stickstoffhälfte genau 5 % Tricotylen. Aehnlich bei *Scrophularia nodosa,* als ich von einer Pflanze eine Hälfte in gewöhnlicher Gartenerde und die andere auf Sand cultivirte (beide 1 %, 1895).

Die beiden ersteren Versuchsreihen über den Einfluss der Düngung ergeben, dass mit einer Verminderung der Ernte eine Erhöhung des Gehaltes an Tricotylen verbunden war. Dasselbe Ergebniss kann man nun auch erreichen, wenn man durch andere Eingriffe die Ernte der einzelnen Pflanzen herabsetzt. Ich wählte mit *Oenothera hirtella* zwei Mittel, späte Aussaat und Topfcultur während des ganzen Sommers. Es wurden tricotyle Keimlinge einer einzigen Mutter (mit 66 % Erben) ausgepflanzt; für den einen Versuch fand die Saat im März, für den anderen im Anfang Mai statt (1898). Einige Pflanzen der ersteren Aussaat blieben während des ganzen Sommers in Töpfen (von 15 Cm.) mit gut gedüngter Gartenerde. Die Einzelernte, nach der Blüthe in Pergaminbeuteln, in der üblichen Weise ermittelt und berechnet, gaben das folgende Ergebniss:

Erbzahlen von *Oenothera hirtella* in 1898.

Procentische Erbzahlen	10	20	30	40	50	60	70	Mittel
Normale Cultur . . .	1	4	4	3	5	0	1	37 %
Nach Aussaat im Mai	0	0	10	**14**	11	1	0	41 „
Bei Topfcultur . . .	0	0	3	5	**7**	4	0	47 „

Anzahl der Versuchspflanzen 18, 36 und 19.

Also eine deutliche, wenn auch geringe Zunahme des Gehaltes an Erben. Die Ernte war im Mittel für die normale Cultur 3·5, für die späte Cultur 2·5 und für die Topfcultur aber 4·5 Ccm. pro Pflanze. Die Topfcultur hatte somit in so weit nicht das erwartete Resultat gehabt, dass sie die Ernte kleiner machte, und da dennoch der Gehalt an Tricotylen erhöht wurde, ergiebt sich, dass die hier obwaltenden Beziehungen keineswegs einfache sind.

Dieses sieht man auch daraus, dass eine Wiederholung der Versuche nicht immer dasselbe Resultat giebt. So gelang es mir bei *Amarantus speciosus* (1897) und *Scrophularia nodosa* (1898) nicht, in sehr umfangreichen Culturen einen Einfluss verschiedener Lebenslagen auf den Gehalt an Tricotylen zu beobachten. Auch fand ich mehrfach, wenn ich von derselben Samenprobe in auf einander folgenden Jahren aussäte, denselben mittleren Gehalt an Tricotylen in der Ernte der beiden Culturen (z. B. *Oenothera hirtella* 1898 und 1899).

Sogar wenn man durch ungünstige Lebensbedingungen die Ernte vermindert, kann dieses bisweilen eine Erhöhung der procentischen Erbzahlen zur Folge haben. Solches lehrt ein Versuch, den ich im Jahre 1898 mit *Antirrhinum majus* gemacht habe. Ich überdeckte die Hälfte meiner Cultur, nachdem die Pflanzen bereits einen Stamm von etwa 10 Cm. oberhalb der Cotylen entwickelt hatten, mit einem Käfig aus feiner, schwarz angestrichener Metallgaze. Im Käfig war es merklich dunkler als draussen, auch wuchsen die Pflanzen nur sehr schwach, verzweigten sich wenig und bildeten an der Endrispe nur eine sehr beschränkte Zahl von Blüthen und Früchten aus. Die Bestäubung war eine künstliche; der Besuch der Insecten wurde von allen Pflanzen völlig ferngehalten. Die Ernte im Käfig war im Mittel 0·5 Ccm., ausserhalb aber 1 Ccm. pro Pflanze; im ersteren Falle waren möglichst viele Früchte geerntet, im zweiten wurden die oberen Blüthen der Rispe nicht befruchtet. Für diesen Versuch dienten nur die Kinder einer einzigen Mutter von 1897 mit 14 % Erben, aber es wurden theils tricotyle und theils dicotyle Keimlinge ausgepflanzt, jede Gruppe zur Hälfte im Käfig, zur Hälfte ausserhalb.

Ich erntete die Samen und ermittelte die Erbzahlen in derselben Weise wie sonst, und erhielt die folgende Uebersicht:

Erbzahlen von *Antirrhinum majus.*

Procentische Erbzahlen	1—4	10	20	30	40	Mittel
Dicotylen im Schatten	0	4	2	2	2	20 %
„ an der Sonne	5	8	4	1	4	14 „
Tricotylen im Schatten	0	3	2	3	4	35 „
„ an der Sonne	1	14	9	—	—	14 „

Anzahl der Samenträger 10, 21, 12 und 24.

Man sieht, dass in beiden Fällen durch die Schattencultur der Gehalt an Tricotylen bedeutend zunahm.

Aus den mitgetheilten Versuchen ergiebt sich, dass der Gehalt an tricotylen Erben, namentlich bei den Mittelrassen, von äusseren Einflüssen innerhalb gewisser Grenzen merklich beeinflusst wird. Die Unterschiede sind solche, dass sie bei vergleichenden Versuchen und Zuchtculturen nicht vernachlässigt werden dürfen, dass die letzteren somit unter möglichst constanten Bedingungen ausgeführt werden müssen. Im Grossen und Ganzen ist anzunehmen, dass eine Begünstigung der einzelnen Blüthen bezw. Samen die Aussicht auf tricotyle Keime erhöht, aber die Frage, welcher Art diese Beziehung in den einzelnen Fällen ist, muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

§ 24. Kreuzung der Mittelrassen mit den Halbrassen.

Die Kreuzung einer tricotylen Mittelrasse mit der entsprechenden Halbrasse stellt einen möglichst einfachen Fall dar. Gehören beide Rassen derselben Art an, so unterscheiden sie sich nur in dieser einzigen Eigenschaft, und zwar nur darin, dass diese in der einen semilatent, in der anderen activ, aber der Dicotylie-Eigenschaft coordinirt ist.

Dennoch liegt hier eine wirkliche Kreuzung vor, denn die beiden Rassen sind völlig getrennt und gehen nicht durch Cultur oder Zuchtwahl in einander über.

Ich schicke zunächst die wichtigsten Ergebnisse meiner Versuche voran.

1. Der Bastard ist in morphologischer Hinsicht keine Mittelbildung, durch die Kreuzung von Tricotylen und Dicotylen entstehen keine Hemitricotylen, oder doch wenigstens nicht mehr als in den reinen Rassen vorkommen.

2. Die Bastarde sind in physiologischer Hinsicht zwar Zwischenbildungen zwischen den elterlichen Rassen, halten aber zwischen diesen keineswegs die Mitte. Der Mittelwerth der Erbzahlen beider Rassen ist leicht zu berechnen, die Bastarde haben aber Erbzahlen, welche sich derjenigen der einen der beiden Eltern, und zwar der Halbrasse, sehr bedeutend nähern.

3. Die Bastarde können sich bei reiner Fortpflanzung spalten. Aus ihren Nachkommen lassen sich die Halbrassen und die Mittelrassen wiederum isoliren.

4. Obgleich in den beiden Eltern die fragliche elementare Eigenschaft dieselbe ist, und nur in verschiedenen Zuständen — semilatent und activ — vorkommt, so findet dennoch keine Fusion statt. Es entsteht nicht eine Rasse mit constanten mittleren Erbzahlen.

Bevor ich zu der Beschreibung meiner Versuche übergehe, scheint es erwünscht, die Ergebnisse der vorhergehenden Paragraphen noch einmal übersichtlich darzustellen.

Tricotylie und gespaltene Samenlappen sind unter den Dicotylen vielleicht die am weitesten verbreiteten Anomalien; sie sind etwas so Gewöhnliches, dass die Forschung sie bis jetzt nahezu gar nicht berücksichtigt hat. Jedes Jahr sieht man sie in den Aussaaten, und wenn diese nur nicht zu klein sind, beobachtet man sie so häufig, dass die Meinung berechtigt scheint, dass sie vielleicht bei keiner dicotylen Art fehlen dürften. Gewiss ist, dass sie auf 10—20000 Keimlingen nur selten sich nicht zeigen, andererseits aber kann man bestimmte Varietäten durch viele Jahre in grossem Umfange aussäen, ohne je einer tricotylen Keimpflanze oder einem gespaltenen Samenlappen zu begegnen (*Helianthus annuus*). Aber andere Varietäten derselben Art können sie in solchen Fällen dennoch zeigen.

Isolirt man solche tricotyle oder gespalten-samenlappige (hemitricotyle) Exemplare, so zeigt die Anomalie sich als erblich, meist kehrt sie sogar zu etwa 1 % der Nachkommen zurück. Auch erhält sie sich im Laufe der Generationen, wenn keine ungünstigen Umstände eintreten.

Es können dabei zwei Fälle vorkommen. Entweder enthält die fragliche Art oder Varietät nur solche Exemplare, welche die Anomalie zu etwa 1 % vererben, oder sie umfasst auch solche, welche daran erheblich reicher sind. Im ersteren Falle gehört alles derselben Rasse an, sowohl die überwiegende Menge der dicotylen Keimlinge, als die vereinzelten Tricotylen. Im anderen Falle aber liegt eine Mischung vor; aus der armen Rasse ist, ohne das solches von

Jemandem bemerkt wurde, und vielleicht vor langer Zeit, eine an tricotylen Nachkommen reichere Rasse entstanden. Im Freien, in den botanischen Gärten und in den gärtnerischen oder landwirthschaftlichen Culturen sind die beiden Rassen nie getrennt worden, und die Mischung hat sich erhalten, wie nicht gezüchtete alte Culturen so häufig aus Mischungen bestehen (vergl. Bd. I, S. 125).

Es gelang mir, solche Mischungen aufzufinden und ihre Componenten zu isoliren und rein darzustellen. Anfangs ging dieses langsam und mit vieler Mühe, später stellte es sich heraus, dass eine strengere Wahl leicht und rasch zum Ziele führt. Die Anwesenheit der Mittelrasse in einer Samenprobe pflegt sich durch einen etwas höheren Gehalt an Tricotylen zu verrathen. Welche Exemplare aber dieser Rasse angehören, kann man weder den Samen noch auch den Keimlingen ansehen, denn beide Rassen enthalten die ganze Reihe von Formen, welche von den normalen Dicotylen durch die gespaltenen Samenlappen zu den Tri- und Tetracotylen u. s. w. läuft. Aber in ungleichen Verhältnissen, und die Aussicht, die bessere Rasse anzutreffen, ist somit bei den aberranten Keimen eine etwas günstigere als bei den normalen. Um nun Vertreter der Mittelrasse auszusuchen, muss man die Erbzahlen als Merkmal wählen, und somit von einer grösseren Anzahl von Individuen die Samen getrennt ernten, keimen lassen und mustern. Die Erfahrung lehrt, dass gar häufig mit zwanzig bis dreissig, oft mit noch weniger Exemplaren die Aussicht eine genügende ist.

Höchst selten findet man sofort ein Exemplar mit einem dem Mittel der gesuchten Rasse nahezu entsprechenden Werthe, meist findet man Minus-Varianten oder Bastarde, wie solches ja auch sonst beim Aufsuchen neuer Varietäten der Fall zu sein pflegt (Bd. I, S. 419—420). Aus diesen gelangt man aber leicht und rasch zum Mittel der Rasse (Bd. I, S. 422), und bei den tricotylen Zuchten braucht es dazu meist nur einer einzigen weiteren Aussaat. Und hat man einmal das Mittel erreicht, so lässt sich die Rasse leicht in der üblichen Weise durch Zuchtwahl verbessern.

Deutet eine Samenprobe durch höchst geringen Gehalt an tricotylen Keimen (einem pro 10 000 oder noch weniger) auf das Fehlen einer Mittelrasse, und bestätigt sich die Folgerung bei der Ermittelung der Erbzahlen ausgesuchter Exemplare, so zeigt sich bei weiterer Cultur die Halbrasse als constant. Wiederholte Auslese vermag sie nicht wesentlich zu verbessern. Mehrere Halbrassen bringen es nicht weiter als 1—4 %, andere schwanken um etwa 10—15 %, ohne dass die Ursachen solcher Unterschiede aufgeklärt wären. Und wenn es

in einzelnen Fällen gelingt, anscheinende Verbesserungen zu erreichen, so liegt der Verdacht nahe, dass Correlationen im Spiele sind, und dass die Verbesserung einer anderen Eigenschaft durch die Auslese mittelbar auf die Tricotylie eingewirkt habe (*Scrophularia* S. 262).

Aber auch in solchen glücklichen Ausnahmefällen bleibt man noch weit von den Eigenschaften der Mittelrasse entfernt. Mittelzahlen von etwa 20 %, und Maxima von 25 %, nach zehnjähriger Zuchtwahl erhalten (S. 263), sind noch etwas ganz anderes als Mittelzahlen von 50 %, welche ohne Zuchtwahl, nur durch Isolirung aus einem Gemische erreicht wurden, und welche sich durch Auslese leicht auf 70—80, ja oft auf 90 % und darüber hinauf bringen lassen.

Die tricotylen Halbrassen verhalten sich wie andere Halbrassen, d. h. wie die semilatenten Anomalien im Allgemeinen (Bd. I, S. 428 ff.), sie haben nur den grossen Vortheil, dass ihre Eigenschaften sich sehr bequem zahlenmässig ausdrücken lassen. Ebenso sind die tricotylen Mittelrassen den sonstigen Mittelrassen, z. B. *Trifolium pratense quinquefolium* und den gefüllten Blüthen durchaus analog, wie diese sind sie äusserst variabel (vergl. z. B. die Curven Bd. I, S. 444), und sowohl für die Lebenslage wie für die Auslese höchst empfindlich.

Schliesslich bedürfen einer besonderen Erwähnung die tricotylen Exemplare der Halbrasse und die dicotylen der Mittelrasse. Sie sind vielleicht die schönsten Beispiele transgressiver Variation (Bd. I, S. 308). Denn sie scheinen, ihrer Form nach, gerade zu der entgegengesetzten Rasse zu gehören. Untersucht man aber ihre Erbzahlen, so zeigt sich der wahre Sachverhalt; denn sie sind nicht wesentlich besser oder schlechter als die typischen Repräsentanten ihrer Rasse.

Kreuzt man nun die Halbrasse mit der Mittelrasse, so wird man selbstverständlich vorzugsweise die typischen Repräsentanten wählen, und aus der reicheren Rasse die Tricotylen, aus der ärmeren die Dicotylen zusammenbringen. Man könnte dabei allerdings nach völliger Isolirung die beiden Rassen aus derselben Varietät, sogar aus derselben ursprünglichen Samenprobe nehmen. Weit bequemer und sicherer ist es aber, entweder andere Varietäten derselben Art, oder doch wenigstens andere Zuchten, oder aber verschiedene Arten zu wählen. Denn es kommt ja darauf an, sich zu überzeugen, dass nicht nur die experimentell isolirte Mittelrasse rein ist, sondern dass solches auch von der mit ihr zu verbindenden Halbrasse gilt. Solche Kreuzungen sind am sichersten, wenn man die betreffenden Arten und Varietäten längere Zeit in Cultur hat, denn in diesem Falle weiss man ohnehin, ob sie tricotyle Mittelrassen enthalten oder nicht.

Die Artkreuzungen sind die complicirteren und sollen deshalb erst in zweiter Linie (§ 25) behandelt werden. In diesem Paragraphen beschränke ich mich auf die Versuche, in denen ich meine Mittelrassen mit Halbrassen aus anderen Varietäten derselben Arten verbunden habe.

Antirrhinum majus. Im Sommer 1895 kaufte ich einige Topfpflanzen der weissblühenden Varietät, sammelte die Samen von jeder einzeln und fand, dass sie nur 1—2 $^0/_0$ Tricotylen enthielten. Ich pflanzte dann von diesen Samen nur einige dicotyle Keime aus und bestimmte sie für die Kreuzung mit meiner oben beschriebenen, rothblühenden Mittelrasse (S. 275). Ich wählte die vier besten weissblühenden Exemplare dieser zweiten Generation, und ermittelte für sie die Erbzahl bei Selbstbefruchtung in den Samen der erstblühenden Blüthen. Ich fand für zwei Exemplare 2 $^0/_0$, für die beiden anderen 3 $^0/_0$, jedesmal auf 300 Keimlingen. Sie gehörten also einer Halbrasse an. Die späteren Blumen castrirte ich und befruchtete sie mit dem Blüthenstaub meiner Mittelrasse, und zwar jede Pflanze mit einem besonderen Vater. Gleichzeitig sorgte ich dafür, dass die Erbzahlen der Väter auch ermittelt wurden. Das Ergebniss war das folgende:

Erbzahlen von Antirrhinum majus.

Kreuzung in 1896.

Pflanze	Mutter (Halbrasse)	Vater (Mittelrasse)	Durch Kreuzung erhaltene Ernte	$\frac{M+V}{2}$
A × A′	2	79	11	40·5
B × B′	3	45	4	24
C × C′	2	47	6	24·5
D × D′	3	37	9	20

Die Tabelle zeigt sofort, dass der Gehalt der gekreuzten Samen nicht mit dem mittleren Gehalt $\left(\frac{M+V}{2}\right)$ übereinstimmt. Ebenso wenig stimmt er mit einem der Eltern selbst überein. Er liegt der Halbrasse am nächsten, ohne dieser aber gleich zu kommen.

Zur Fortsetzung meiner Cultur wählte ich im Sommer 1897 die Nachkommen der Kreuzung A × A′ aus, da hier die Differenzen zwischen den Erbzahlen der Eltern am grössten waren. Ich pflanzte nur tricotyle Keime aus, hielt sie in Töpfen im Freien und befruchtete sie künstlich mit dem eigenen Staub unter Ausschluss des Insectenbesuches (in einem Käfig aus feiner Metallgaze). Es lieferten

28 Exemplare eine ausreichende Ernte für die Ermittelung der Erbzahlen. Diese waren, in Procenten ausgedrückt, die folgenden:

33									
29	29	31							
23	26	27							
18	20	20	22						
13	13	14	14	14	15	16	16	17	17
8	8	10	11	11	12	12			

Sie bildeten also eine ziemlich geschlossene Gruppe, deren Mittel 16 $^0/_0$ war. Dieses lag also höher als in der ersten Ernte nach der Kreuzung, erreichte aber, trotz der Auslese der tricotylen Exemplare, das Mittel zwischen den Eltern (40·5 $^0/_0$ bei Weitem nicht.

Um den Einfluss der Auslese möglichst zu vermeiden, wählte ich zur Fortsetzung der Cultur nur die Kinder einer Mutter mit einer mittleren Erbzahl, und zwar mit 14 $^0/_0$. Es sollte sich dann am besten zeigen, ob aus der Bastardrasse einerseits die Halbrasse und andererseits die Mittelrasse sich würde isoliren lassen. Ich pflanzte dazu zur Hälfte dicotyle und zur anderen Hälfte tricotyle Keime aus, ermittelte für jede Pflanze nach künstlicher Selbstbefruchtung die Erbzahl und reducirte die erhaltenen Werthe auf Gruppen von 8—12, 13—17, 18—22 u. s. w., im Mittel 10, 15, 20 $^0/_0$ u. s. w. So erhielt ich die beiden folgenden Reihen:

Erbzahlen der Bastarde von *Antirrhinum.*
(Mutter 14 $^0/_0$.)

Procentische Erbzahlen	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Dicotyle Kinder . .	2	6	6	3	5	1	1	3	4	1	0	0	0	0
Tricotyle „ . .	1	1	10	5	8	3	0	3	3	0	0	0	0	2

Im Ganzen 67 Erbzahlen umfassend. Im Mittel 15 $^0/_0$, eine Zahl, welche von der Erbzahl der Mutter und dem Mittel der vorhergehenden Generation nicht merklich abweicht. Dagegen weicht die ganze Gruppe sehr wesentlich ab, denn einerseits enthält sie sehr niedrige Erbzahlen, andererseits sehr hohe. Die ersteren (1, 2, 2, 3, 3, 4 $^0/_0$) erreichen die Erbzahlen der weissblüthigen Rasse, welche für die Kreuzung diente, die letztere (64 und 68 $^0/_0$) weichen nicht allzu sehr von der Erbzahl des Urgrossvaters (79 $^0/_0$) ab und stimmen jedenfalls genügend mit dem Mittel der Mittelrasse überein.

Man sieht in diesen Zahlen, dass die Bastardrasse sich zu spalten angefangen hat. In Bezug auf die Halbrasse dürfte solches einer

weiteren Bestätigung nicht bedürftig sein, für die Mittelrasse lag mir aber daran, sie möglichst vollständig zu isoliren. Ich wählte dazu einerseits die Nachkommen einer der beiden besten Mütter, andererseits ein Exemplar, dass sich nicht, wie diese, ausnahmsweise von den übrigen unterschied. Es war eine Pflanze mit 41 % Erben. Von beiden pflanzte ich nur tricotyle Keime aus und ermittelte im nächsten Frühling ihre Erbzahlen unter der gewöhnlichen Fürsorge.

Erbzahlen ausgewählter Bastarde von *Antirrhinum majus* in 1899.

Mutter	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
41 %	3	8	2	6	6	3	6	7	3	4	2	2	1	—	—	—	—
68 „	—	—	—	—	—	1	0	1	3	1	5	5	11	7	4	3	1

Anzahl der Einzelernten 53 und 42. Mittel 36 und 69 %.

Die Mittelzahlen stimmen in sehr auffallender Weise mit der Erbzahl der Mütter überein. In der Mutter mit 68 % war die Mittelrasse offenbar völlig isolirt; ihre Erbzahlenreihe stimmt mit den an reinen Mittelrassen gemachten Erfahrungen durchaus überein. In der Mutter mit 41 % war die Isolirung wohl noch nicht erreicht, die wellige Curve ihrer Kinder deutet offenbar auf eine Spaltung in drei Gruppen hin (Halbrasse, Bastarde und Mittelrasse), ähnlich wie die flachen Curven der vorhergehenden Generation.

Ich fasse jetzt die mitgetheilten Zahlen für den ganzen Versuch übersichtlich zusammen:

Spaltung der tricotylen Bastarde von Antirrhinum.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
×	M																V		
S	0	2	2*																
1. G.	0	0	7	10*	4	3	3	1											
2. G.	3	7	16	8	13	4	1	6	7*	1	0	0	0	2*					
3. G. (41 %)	0	0	3	8	2	6	6	3	6	7	3	4	2	2	1				
3. G. (68 %)	—	—	—	—	—	—	—	1	0	1	3	1	5	5	11	7	4	3	1

In dieser Tabelle bedeuten die Zahlen in den Spalten die Anzahl der Exemplare, welche den am Kopf der betreffenden Spalte eingeschriebenen procentischen Gehalt an tricotylen Erben hatten. M und V weisen diesen Gehalt für die gekreuzten Mutter und Vater an, S für die unmittelbar aus den vier Einzelkreuzungen hervorgegangene Ernte. 1. G., 2. G. u. s. w. für die von der ersten, zweiten

Generation u. s. w. getragenen Samen. Mit einem Sterne sind die ausgewählten Samenträger für die nächste Generation angedeutet. Für die dritte Generation sind die Erbzahlen für die Nachkommen von zwei Samenträgern aus der zweiten angegeben worden, wie die zwei dort eingetragenen Sternchen dieses bezeichnen.

Die Tabelle zeigt, dass die durch die Kreuzung erhaltenen Samen erheblich ärmer an Tricotylen sind, als der Mitte zwischen den beiden Eltern entsprechen würde, dass in der zweiten Generation, bei mittlerer Wahl, die Zahlen nach der Seite der Halbrasse sowie nach derjenigen der Mittelrasse zurückkehren, und dass in der dritten durch Auslese die Mittelrasse rein erhalten werden kann.

Wegen der sehr starken transgressiven Variabilität der Erbzahlen lässt sich aber ein bestimmtes Gesetz über diese Spaltung aus diesem einzigen Versuche nicht ableiten. Ich komme somit hierauf erst nach der Mittheilung meiner übrigen Culturen zurück.

Cannabis sativa. Meine tricotyle Mittelrasse wurde aus dem Riesenhanf isolirt. Für die Kreuzung wählte ich ferner den gewöhnlichen Hanf, in dessen Samen ich bei Prüfung eine Mittelrasse nicht gefunden hatte. Ich pflanzte im Sommer 1897 ausschliesslich weibliche dicotyle Exemplare dieser Sorte zwischen tricotylen männlichen Individuen meiner Rasse. Die Mütter dieser letzteren hatten 65—70 $^0/_0$ Erben gehabt. Die weiblichen Pflanzen wurden vom Winde mit dem Staub der tricotylen befruchtet, und ihre Samen gaben, für jedes Exemplar einzeln geprüft, Erbzahlen, welche, mit einer Ausnahme (15 $^0/_0$), ziemlich regelmässig zwischen 0—7 $^0/_0$ vertheilt waren.

Für die Fortsetzung der Cultur wählte ich die Mutter, welche keine tricotylen Kinder hatte, und pflanzte im Ganzen 45 (also dicotyle) Kinder aus. Die Pflanzen wuchsen äusserst kräftig und trugen sehr reichlich Samen. Es waren 19 weibliche Individuen. Die Erbzahlen schwankten bei ihnen von 0—24 $^0/_0$ und betrugen im Mittel 7 $^0/_0$. Dieses waren also die Erbzahlen der Bastarde der ersten Generation. Um nun zu erfahren, welche Bedeutung diese Zahlen hatten, wählte ich eine Pflanze mit hoher und eine mit niederer Erbzahl (24 $^0/_0$ und 3 $^0/_0$) zur Fortsetzung der Cultur aus. Ich hatte davon in möglichst grosser Entfernung zwei Beete, mit 19 und 16 weiblichen und einer etwa gleichen Anzahl männlicher Pflanzen (1899). Als ich dann im nächsten Frühling die Erbzahlen für die beiden Gruppen ermittelte, zeigten sie keinen wesentlichen Unterschied. Die niedrigsten, mittleren und höchsten Erbzahlen waren für die Kinder der Mutter mit 24 $^0/_0$ Erben 8, 39 und 72 $^0/_0$, und für die andere Gruppe (Mutter 3 $^0/_0$) 5, 40 und 83 $^0/_0$. Beide

Gruppen zeigten aber die sehr flache, wellige Curve, welche das Abspalten der Halbrasse und der Mittelrasse verräth. In der jetzt folgenden Uebersichtstabelle habe ich deshalb die beiden Gruppen zu einer einzigen vereinigt.

Spaltung der tricotylen Bastarde von Cannabis.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
×	M													V	V			
S	5*	7	0	1														
1. Gen.	1	8*	4	3	1	1*												
2. Gen.	0	3	3	0	5	1	2	3	3	4	4	1	2	1	2	0	0	1

Die Erklärung der Tabelle ist dieselbe wie für *Antirrhinum* (S. 299), und, wie man sofort sieht, stimmt sie auch in dem Ergebnisse mit dieser überein. Und solches, trotzdem die Wahl nothwendiger Weise auf die Mütter beschränkt war.

Papaver Rhoeas. Meine tricotyle Mittelrasse gehört einer Varietät mit gefüllten Blumen an und hat solche auch beibehalten (S. 278). Ich kreuzte sie mit einer einfachen Sorte des Grosshandels, in deren Samen ich keine Tricotylen vorfand. Zu diesem Zwecke cultivirte ich diese Varietät in Töpfen und castrirte die Blüthen Mitte Juli im Garten in einem Käfig aus feiner Metallgaze. Ich befruchtete sie mit dem Blüthenstaub meiner Rasse, welche in ihrer eigenen Ernte in jenem Jahre (1897) zwischen 23 und 75 % Erben schwankte und im Mittel etwa 42 % Tricotylen führte. Den Staub nahm ich durcheinander von den verschiedenen Individuen dieser Cultur; die Samen der künstlich befruchteten einfach blühenden erntete ich aber für jede Pflanze besonders. Die Erbzahlen betrugen im Mittel 3 % und schwankten zwischen 0 und 17 %.

Ich wählte zur Fortsetzung der Cultur in 1898 theils dicotyle Nachkommen einer Mutter mit 1 %, theils tricotyle Keimlinge der Mutter mit 17 % aus, pflanzte beide Gruppen in der erforderlichen Entfernung, überliess aber die Befruchtung den Hummeln. Die Erbzahlen der ersteren Gruppe waren 3—10, im Mittel 7 %, diejenigen der letzteren 14—50 %, im Mittel 24 %, also deutlich verschieden.

Im nächsten Jahre (1899) habe ich beide Zweige meiner Cultur fortgesetzt. Von dem Bastarde von 1897 mit 17 %, jetzt Grossvater, wählte ich die Grosskinder einer Mutter mit 35 % Erben und pflanzte nur tricotyle Keime aus. Dieses Beet enthielt 11 Pflanzen, deren

Erbzahlen von 18—73 liefen und also deutlich eine Rückkehr zu der Mittelrasse verriethen.

Der andere Zweig, aus dem Bastarde von 1897 mit 1 %, zeigte diese Rückkehr aber gleichfalls und zwar unter den Nachkommen zweier Mütter mit 6 und 8 % Erben. Die erstere Gruppe gab Erbzahlen von 8—88, die letztere von 16—80, auf 21 bezw. 15 Samenträgern; die beiden Reihen liefen durchaus parallel und sollen also in der Tabelle zu einer einzigen verbunden werden. Die Nachkommenschaft einer dritten Mutter kehrte dagegen theilweise zur Halbrasse zurück, indem sie drei Pflanzen mit 0—1 % tricotylen Keimen enthielt.

Die Uebersicht stelle ich in derselben Weise dar wie oben:

Spaltung der tricotylen Bastarde von Papaver.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
×	M					V	—	—	V	—	—	—	—	—	—	V			
S	5*	3	1	1*															
1. G. (1 %)	0	7*	4**																
1. G. (17 %)	0	0	0	3	2	1	1	1*	1	0	1								
2. G. (4 %)	3	0	1	2	0	0	0	1											
2. G. (6—8 %)	0	0	3	2	2	5	1	3	3	3	5	0	4	1	1	0	1	1	1
2. G. (35 %)	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	3	2	0	0	0	1			

Das Ergebniss ist somit dasselbe in bei den beiden vorhergehenden Versuchen.

Wir wollen jetzt die in diesen Tabellen niedergelegten Erfahrungen dazu benutzen, um uns klar zu machen, wie die Isolirung von Mittelrassen aus käuflichen und anderen Samenproben vor sich geht. Enthält eine Cultur sowohl die Halbrasse wie auch die Mittelrasse, so müssen vielfache Kreuzungen zwischen diesen von den Insecten oder vom Winde herbeigeführt werden. Eine Samenprobe wird dann somit theils rein befruchtete, theils durch Kreuzung entstandene Körner und daneben auch die Samen der aus den früheren Kreuzungen entstandenen Bastarde enthalten. Das Verhältniss dieser Gruppen hängt wesentlich von dem Grade der Selbstbefruchtung der betreffenden Art ab, eine Frage, über welche unsere Kenntnisse bis jetzt nur sehr dürftige sind. Spalten sich aber, wie wir gesehen haben, die Bastarde allmählich wieder unter Hervorbringung der elterlichen Typen, so werden diese sich auch dann auf die Dauer erhalten, wenn die Individuen mit ihrem eigenen Pollen keine Samen ansetzen.

Liegen nun in einer Samenprobe alle die möglichen Sorten von Keimen vor, so werden die höchsten Erbzahlen auf die Vertreter der reinen Mittelrasse fallen, und die Isolirung, wie sie in den Versuchen des § 21 beschrieben wurde, wird diese Rasse sofort rein ergeben, sei es auch anfänglich in Minus-Varianten.

Ist aber die Aussaat dazu nicht gross genug, oder ist das Glück nicht günstig, so sind die Träger der höchsten Erbzahlen Bastarde, und aus ihnen wird sich die Mittelrasse in derselben Weise erhalten lassen wie nach directen Kreuzungen. Es wird somit eine Generation mehr erforderlich sein, um das Ziel zu erreichen. Und wählt man zufällig nur Samen, welche auf dem Felde unmittelbar durch Kreuzung der beiden Rassen entstanden waren, so kommt noch eine Generation hinzu. Die verschiedenen, in der Uebersichtstabelle S. 281 gegebenen Beispiele finden in dieser Weise leicht eine befriedigende Erklärung, zumal wenn man sie mit den entsprechenden Einzeltabellen der Kreuzungsversuche dieses Paragraphen vergleicht. Namentlich der langsame Fortschritt des Versuches mit *Antirrhinum majus* ist nach dem Angeführten, und wie oben bereits bemerkt wurde, auf den zu geringen Umfang der Cultur zurückzuführen (vergl. die Tabelle auf S. 299). Ueberhaupt werden in der ersten und den nächstfolgenden Aussaaten die Vertreter der reinen Mittelrasse ausbleiben können, wenn die Culturen zu klein sind. Doch genügten in meinen Versuchen in der Regel 20—30 ausgewählte Samenträger, wie mehrfach hervorgehoben wurde, um die gesuchte Rasse zu isoliren.

Im Einzelnen ist zu bemerken, dass bei *Cannabis sativa* (S. 271) anfangs fast nur männliche Tricotylen neben einer einzigen weiblichen gefunden wurden. Dieses war wohl die Ursache, weshalb der Versuch eine Generation mehr erforderte als die meisten übrigen. Die Cultur mit *Silene inflata* fing ohne Wahl, nur mit einer einzigen Pflanze an; auch sie dauerte eine Generation zu lange. Das Ergebniss der citirten Tabelle wird somit, dass zwei Generationen als Regel ausreichen, um die Mittelrasse zu isoliren und auf ihren Mittelwerth zu bringen, dass dabei aber eine Wahl aus einer sehr grossen Anfangsaussaat vorausgesetzt wird. Die vier dort zuerst genannten Arten waren solche, bei welchen dieser Bedingung nicht entsprechend genügt worden war.

Der oben ausgesprochene Satz, dass Samenproben, in denen neben einander tricotyle Halb- und Mittelrassen vorkommen, daneben in der Regel auch Bastarde dieser beiden Rassen enthalten werden, scheint mir wichtig genug, um ihn noch durch einen directen Versuch weiter zu begründen. Es ist dazu nur erforderlich, dass man aus der

ursprünglichen Samenprobe nicht nur die Tricotylen auswählt, sondern daneben auch einige anscheinend normale Keimlinge heranzieht. Gestattet die Pflanze eine künstliche Befruchtung und Isolirung im Grossen nicht, so muss man die Culturen in verschiedenen Jahren machen.

Einen solchen Versuch habe ich mit *Helichrysum bracteatum* gemacht. Auf S. 274 wurde die Isolirung der tricotylen Mittelrasse beschrieben, von der damals im Winter 1894/95 gekauften Samenprobe, aus der ich die Tricotylen isolirte, habe ich aber einen kleinen Theil bis 1897 aufbewahrt. Diese Aussaat gab 154 dicotyle und 2 tricotyle Keime; die letzteren wurden vernichtet. Von den dicotylen gelangten 55 in einem anderen Garten zur Blüthe als die damalige letzte Generation meiner Mittelrasse. Die Samen wurden für jede Pflanze besonders geerntet und geprüft; keine einzige Mutter hatte mehr als 1 % tricotyle Kinder. Um aus diesen Saaten eine ausreichende Anzahl von tricotylen Pflanzen weiter zu ziehen, mussten diese fast alle ausgesetzt werden; jedes Exemplar erhielt dabei die Nummer seiner Mutter, um später noch sehen zu können, welche zusammengehörten. Es trugen 48 Pflanzen eine ausreichende Ernte (1898), von diesen hatten 45 wiederum nur Erbzahlen von 1 % oder weniger. Es gab aber drei Exemplare mit 2·5, 3·5 und 11 % Erben; diese drei stammten von drei verschiedenen Müttern in 1897 ab.

Jetzt konnte ich eigentlich zum ersten Mal eine wirkliche Wahl treffen, indem ich nur tricotyle Kinder der besten Mutter auszupflanzen brauchte. Und diese Wahl führte denn auch sofort zum Ziel. Ich hatte 87 Samenträger und erhielt Erbzahlen, welche nicht unter 6 % hinabstiegen, dagegen in vier Exemplaren 45, 47, 48 und 49 % erreichten, d. h. also Werthe, wie sie sich in der Tabelle auf S. 281 als das sichere Anzeichen der isolirten Mittelrasse erwiesen haben. Und speciell von den dort für *Helichrysum* gegebenen Zahlen weichen diese nicht wesentlich ab.

Ich stelle jetzt wiederum die Ergebnisse der Einzelernten in der üblichen Form zusammen.

Mittelbare Isolirung der tricotylen Mittelrasse von Helichrysum.
(Vergl. S. 275.)

Procentische Erbzahlen	0	0·5	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Dicotylen, 1. Gen.	22	29*	4*										
Tricotylen, 2. Gen.	15	25	5	2	1*								
Tricotylen, 3. Gen.	0	0	0	1	2	1	14	21	19	16	8	3	2

Die Tabelle weist die Anzahl der Individuen an, welche den am Kopfe der betreffenden Spalten eingetragenen procentischen Gehalt an tricotylen Kindern hatten. Mit Sternchen sind diejenigen Gruppen angedeutet, aus welchen die Mütter für die nächste Generation genommen wurden.

Dasselbe Ergebniss erhielt ich mit *Oenothera hirtella,* als ich von den Samen der im Jahre 1895 zufällig in meinen Culturen gefundenen Stammpflanze dieser neuen Art (S. 269) nochmals einige tricotyle Keime auspflanzte (1898). Diese Cultur war also nur eine Wiederholung derjenigen von 1896, und gab auch im Wesentlichen dasselbe Resultat, nur fehlte jetzt ein ausnahmsweise an tricotylen Kindern reiches Exemplar, wie es damals vorkam. Ich hatte 20 Samenträger mit 2—11 %, im Mittel 5 % Tricotylen und beschränkte meine Wahl auf die Mutter mit 11 % Erben und auf deren tricotyle Kinder. Von diesen blühten im Jahre 1899 im Ganzen 52 Exemplare, und zwar in Pergaminbeuteln, also bei reiner Selbstbefruchtung, wie in den vorhergehenden Generationen. Die Erbzahlen waren grossentheils niedrig und schwankten für 48 Pflanzen zwischen 4 und 19; daneben gab es drei mit 27, 32 und 39 %. Es war somit die Isolirung der Mittelrasse auch auf diesem Umwege gelungen.

Mittelrassen können also aus Gemischen entweder unmittelbar oder zunächst als Bastarde mit der Halbrasse isolirt werden. Im letzteren Falle ist zur Herstellung der reinen Rasse wenigstens eine Generation mehr erforderlich.

Zusammenfassung. Die in diesem Paragraphen beschriebenen Versuche haben für drei sehr verschiedene Arten und unter verschiedenen Versuchsbedingungen zu ganz übereinstimmenden Resultaten geführt, welche sich folgendermassen zusammenfassen lassen:

1. Durch die Kreuzung von tricotylen Halb- und Mittelrassen entstehen Samen, welche nur wenige Procente an Tricotylen mehr enthalten als die Halbrasse, oder auch nicht merklich reicher daran sind.

2. An Hemitricotylen sind diese Samen nicht reicher als die Eltern; die Bastarde stellen also in Bezug auf ihre sichtbaren Merkmale keine Zwischenbildung dar.

3. Die Erbzahlen der Bastarde sind in der Regel, zum guten Theil, bedeutend höher als diejenigen der Halbrasse; sie deuten auf Spaltungen in die beiden elterlichen Typen hin.

4. Durch Isolirung der Kinder der Bastarde mit den

höchsten Erbzahlen lässt sich die Mittelrasse wieder rein darstellen, und es liegt auf der Hand, dass in entsprechender Weise auch die Halbrasse erhältlich sein wird.

In allen den genannten Beziehungen stimmen die Folgen tricotyler Kreuzungen offenbar im Wesentlichen mit den Vorgängen überein, welche wir bei den typischen MENDEL'schen Bastarden kennen gelernt haben. Es fragt sich nun, ob die Spaltungen auch nach denselben Zahlenverhältnissen vor sich gehen wie dort.

Offenbar erschwert die transgressive Variabilität die Beantwortung dieser Frage in hohem Grade. Denn wenn man die einzelnen mitgetheilten Tabellen überblickt, so ist in den Erbzahlen der ersten Generation eine Trennung in zwei Gruppen, den Nachkommen mit dem dominirenden und jenen mit dem recessiven Merkmal entsprechend, nirgendwo zu sehen. Auch greift, wie wir früher gefunden haben, die Curve der Mittelrassen so oft bis dicht an den Nullpunkt der Abscissenlinie vor, dass eine solche Grenze gar nicht zu erwarten ist.

Wir können also die Vergleichung unserer Zahlen mit dem Spaltungsgesetze nur auf einem Umwege vornehmen.

Zu diesem Zwecke stelle ich jetzt die Zahlen der verschiedenen Arten derart zusammen, dass die entsprechenden Generationen dabei zusammengebracht werden. Die Einrichtung der Tabellen ist dieselbe wie früher. Am Kopfe jeder Spalte ist der procentische Gehalt an tricotylen Keimen angegeben, in den Spalten selbst findet man die Anzahl der Exemplare, welche diesen Gehalt in ihren Samen hatten. In die erste Tabelle ist überdies die Erbzahl für die beiden Eltern eingetragen worden, sei es nach directer Ermittelung, sei es nach der Cultur, aus der sie stammten. Die Samenträger für die nächste Generation sind überall durch Sternchen angedeutet.

Kreuzungen von tricotylen Halb- und Mittelrassen.

I.

Procentischer Gehalt der unmittelbar durch die Kreuzung entstandenen Samen an Tricotylen.

	Mutter	Vater	Procente			
			1	5	10	15
	%	%				
Antirrhinum majus	2	79	0	2	2*	
Cannabis sativa .	0	65—70	5*	7	0	1
Papaver Rhoeas .	0	42	5*	3	1	1*

II.

Erbzahlen in den Samen der ersten Bastardgeneration.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Antirrhinum majus	0	0	7	10*	4	3	3	1			
Cannabis sativa .	1	8*	4	3	1	1*					
Papaver Rhoeas .	0	7*	4**								
„ „	0	0	0	3	2	1	1	1*	1	0	1

III.

Erbzahlen in den Samen der zweiten und dritten Generation.

Art	Generation	Mutter %	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
A. m.	2.	—	3	7	16	8	13	4	1	6	7*	1	0	0	0	2*					
„ „	3.	41	0	0	3	8	2	6	6	3	6	7	3	4	2	2	1				
„ „	3.	68	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1	5	5	11	7	4	3	1
C. s.	2.	—	0	3	3	0	5	1	2	3	3	4	4	1	2	1	2	0	0	1	
P. R.	2.	4	3	0	1	2	0	0	0	1											
„ „	2.	6—8	0	0	3	2	2	5	1	3	3	3	5	0	4	1	1	0	1	1	1
„ „	2.	35	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	3	2	0	0	0	1			

Aus diesen Zusammenstellungen lässt sich ein Ueberblick in mehr gedrängter Form gewinnen, wenn wir den mittleren Gehalt für die einzelnen Generationen berechnen. Die folgende Tabelle giebt in dieser Weise unmittelbar eine Einsicht in den Fortschritt der Procentzahlen, durch die stetig ausgeübte Wahl der höchsten verwerthbaren Erbzahlen.

IV.

Zusammenfassung.

Mittlere Erbzahlen der auf einander folgenden Generationen.

	Kreuzung	Samen der Generation 1.	2.	3.	Max.
Antirrhinum majus . . .	8	16	15	**36**	90
„ „ . . .	8	16	15	**69**	
Cannabis sattiva	4	7	**40**		85
Papaver Rhoeas	3	24	**40**		90
„ „	(1)	(4)	10	(35)	[1])

[1] Für den zweiten *Papaver*-Versuch sind die Zahlen von S. 302 eingetragen, welche in den Samen der Kinder der Mutter mit 4% Erben ermittelt wurden. Die eingeklammerten Zahlen sind somit keine mittleren Werthe, sondern Erbzahlen einzelner Mütter. Die Zahl 35 ist das Maximum in den Samen der zweiten Generation, das als solches auf die Abspaltung der Mittelrasse nur hindeutet.

Aus dieser Tabelle ersieht man auf den ersten Blick, dass nach der Kreuzung und durch die Isolirung günstiger Individuen Mittelrassen mit einem mittleren Gehalt von 36—40 bezw. 69, und mit einem Maximalgehalt von 85—90 % abgetrennt worden sind. Diese Zahlen entsprechen den früher für die ursprünglichen Mittelrassen ermittelten (vergl. S. 281); sogar ist das Maximum für *Papaver* jetzt (90 %) höher als dort (75 %). Es sind somit die normalen Mittelrassen abgespalten worden.

Solches kann nach den MENDEL'schen Gesetzen bereits in den Samen der ersten Generation (welche also der zweiten Bastardgeneration angehören) der Fall sein; aber nur in einzelnen Exemplaren (etwa 25 %). In der mittleren Erbzahl zeigt es sich dann erst um eine Generation später. Dieses war nun auch thatsächlich der Fall mit *Cannabis* und mit einem der beiden Versuche mit *Papaver*.

Es ist aber klar, dass man, in der ersten Generation seine Wahl nach den Erbzahlen richtend, nie sicher sein kann, dass man eine Pflanze mit dem reinen recessiven Merkmal wählt. Wegen der transgressiven Variabilität kann eine hohe Erbzahl auch einem Bastarde angehören. Offenbar wird dann die Abspaltung der reinen Mittelrasse um eine Generation verzögert werden, und es ist aus der Tabelle sofort ersichtlich, dass dieses bei *Antirrhinum* und im zweiten Versuch mit *Papaver* der Fall war.

Der ganze Verlauf der Versuche ist also völlig mit demjenigen im Einklang, was man nach den MENDEL'schen Spaltungsgesetzen erwarten sollte.

Wir kommen jetzt zu der Berechnung der zweiten Generation. Diese enthält, nach dem Obigen, Exemplare der Halbrasse, solche der Mittelrasse und Bastarde. Stehen sie aber auch in dem Verhältnisse 1 : 1 : 2? Wie bereits bemerkt, macht die transgressive Variabilität eine unmittelbare Beantwortung der Frage unmöglich. Wir haben nur die mittleren Erbzahlen, welche in der vierten Tabelle für die Samen der ersten Generation eingetragen sind. Mit diesen soll aber verglichen werden, was sich nach MENDEL erwarten lässt. Und das sind:

	Antirrhinum	*Cannabis*	*Papaver*	
25 % Ex. der Halbrasse mit	2	0	0 %	Tricot.
50 „ Bastarde mit[1]	8	4	3 „	„
25 „ Ex. der Mittelrasse mit	50—64[2]	55[3]	40—47[4] „	„

[1] Nach den Ermittelungen in den unmittelbar aus der Kreuzung entstandenen Samenproben.

[2] S. 277. [3] S. 272. [4] S. 278.

Für die Mittelrasse sind hier die mittleren Erbzahlen gewählt, welche in den betreffenden Rassen in den früheren Versuchen von § 21 erhalten wurden. Aus diesen Zahlen lässt sich nun berechnen, wie viele Procente an Tricotylen die betreffenden Samen im Mittel enthalten sollten. Ich stelle diese Zahlen und diejenigen der betreffenden Spalte der Tabelle IV neben einander.

	Mittlerer Procentgehalt in den Samen der ersten Generation:	
	Berechnet	Gefunden
Antirrhinum majus	18·75	16
Cannabis sativa	15·75	7
Papaver Rhoeas	12·37	24
Im Mittel:	15·62	15·7

Die Uebereinstimmung ist, wie man sieht, im Mittel eine vollständige, trotz der grossen Schwierigkeiten solcher Versuche und der dadurch unvermeidlichen Abweichungen in den einzelnen Zahlen. Wir folgern also:

Die Zusammensetzung der zweiten Bastardgeneration ist für die Kreuzungen von tricotylen Halb- und Mittelrassen diejenige, welche sich nach dem MENDEL'schen Spaltungsgesetze erwarten lässt.

Oder in Verbindung mit der Isolirung der Mittelrasse und der Wiederholung der Bastarde in den auf einander folgenden Generationen:

Die Bastarde von tricotylen Halb- und Mittelrassen folgen den MENDEL'schen Gesetzen, denn:

1. Die erste Generation ist einförmig, das phylogenetisch ältere Merkmal dominirt, nur wenig von dem jüngeren abgeschwächt.
2. Die zweite Generation enthält Individuen der beiden constituirenden Rassen nebst deren Bastarden, und zwar im Verhältniss von 1 : 1 : 2.
3. In der dritten Generation können sich die Bastarde wiederholen.
4. Durch richtige Wahl wird aus der zweiten Generation die Mittelrasse mit ihren normalen Erbzahlen isolirt.

§ 25. Kreuzung tricotyler Rassen von verschiedenen Arten.

Meine *Oenothera hirtella,* welche über 50 % und bis etwa 90 % Tricotylen in ihren Samen hat, habe ich zu einigen Kreuzungen mit anderen verwandten Arten benutzt, von denen ich aus längerer

Erfahrung weiss, dass sie, wenigstens in meinen Culturen, in Bezug auf Tricotylie nur die Halbrasse, nicht aber die Mittelrasse enthalten. Diese Versuche unterscheiden sich von den im vorhergehenden Paragraphen beschriebenen dadurch, dass die Eltern als verschiedene Arten aufzufassen sind, und dass die erzielten Bastarde sich in ihren sonstigen Merkmalen als Zwischenbildungen zwischen diesen darstellen.



Fig. 53. *Oenothera hirtella.* *A* Blühender Sprossgipfel. *B* Rispe mit Früchten, die typische Gruppe steriler Blattachseln zeigend. *C* Eine geöffnete Blüthe, fast verblüht; die Antheren herabfallend, der Griffel lang. *D* Zwei Früchte, um die Verschmälerung am Grunde zu zeigen.

Die *Oenothera hirtella* (Fig. 53) ist eine ganz eigenthümliche neue Art, welche sich im Jahre 1895 zufällig in einer Cultur aus käuflichen Samen einer anderen Art gezeigt hat. Ob sie ein durch Mutation entstandener neuer Typus ist oder vielleicht eine Bastardrasse, vermag ich nicht zu entscheiden. Da ich aber zwischen den gewöhnlichen, wildwachsenden und cultivirten Formen von *Onagra* die meisten Wechselverbindungen gemacht habe, und sie mit keiner von diesen übereinstimmt, scheint mir die letztere Annahme nicht wahrscheinlich. Auch hat sie ganz eigene Merkmale. Jedenfalls ist sie bei Selbstbefruchtung durchaus constant, und da ihre Blüthen sich bereits in der Knospe zu befruchten pflegen, zeigt sie sich in der Regel auch ohne Kunstbehandlung als samenbeständig.

Vor dem Oeffnen der Blüthe sind die Narben zusammengeschlossen und auf ihrer ganzen Länge von den Antheren umgeben, ähnlich wie bei *O. biennis* und *O. muricata,* während bei *O. Lamarckiana* bekanntlich

die Narben oberhalb der Antheren liegen und diese nicht berühren. Bei allen diesen Arten öffnen sich die Antheren wenigstens einen Tag oder einen halben Tag vor der Entfaltung der Krone; in diesem letzten Augenblick sind also bei den drei ersteren die Narben völlig mit dem Staub bedeckt, bei der *O. Lamarckiana* aber noch rein. Sind die Blüthen in Pergaminbeuteln vor dem Besuch der Insecten geschützt, so reicht diese Berührung bei den drei fraglichen Arten völlig zu einem normalen Fruchtansatz aus, nicht aber bei *O. Lamarckiana* und deren Abkömmlingen. Die *O. hirtella* braucht also zur Selbstbefruchtung keiner anderen Hülfe als des Ausschlusses der Insecten, und vielleicht ist auch diese stets von mir gepflegte Behandlung sogar noch überflüssig. Dagegen muss man ihre Knospen für die Kreuzungen sehr frühzeitig castriren.

Die Blüthenkrone hat die Grösse derjenigen von *O. biennis.* Die Narben öffnen sich in manchen Blumen, in anderen aber nicht; man kann sie dann künstlich, durch leisen Druck zur Entfaltung bringen und auf der Innenseite bestäuben; für die Befruchtung scheint dieses aber ohne Bedeutung zu sein. Sie erheben sich bisweilen auf einem wachsenden Griffel (Fig. 53 *C*), meist aber nicht. Manche Früchte schlagen fehl; man erhält dann Unterbrechungen in der Rispe (Fig. 53 *B*), wie eine solche zwar auch bei verwandten Arten, namentlich z. B. bei *O. nanella* beobachtet wird, aber doch nie in so regelmässiger Weise; sie sind für unsere Art typisch. Man würde sie leicht für ein Anzeichen der Bastardnatur nehmen können, aber die von mir erzeugten Bastarde in der *Onagra*-Gruppe zeigen dieses Merkmal gerade nicht. Die Früchte sind mehr oder weniger keulenförmig, am Grunde verschmälert (Fig. 53 *D*), aber höchst variabel, sogar an der nämlichen Rispe.

Die *Oenothera hirtella* wächst viel schlanker und höher als die verwandten Arten, erreicht oft in einem Jahre weit über 2 Meter, fängt später an zu blühen, bleibt dann aber meist bis tief in den October oder im November noch in voller Blüthenpracht. Die Blüthen, welche sich nach dem 1. September öffnen, habe ich mehrfach gemerkt; sie tragen unter unserem Klima nur ausnahmsweise noch guten Samen. Die Wurzel- und Stengelblätter nähern sich am meisten denen von *O. Lamarckiana,* und manche Exemplare sind in der Jugend kaum von dieser zu unterscheiden, erst der schlankere Wuchs und die Inflorescenz prägen den Unterschied deutlich aus. Ich habe diese neue Art jetzt durch sieben Generationen cultivirt und constant gefunden; sie bot zu verschiedenen Versuchen, hauptsächlich über die Tricotylie, und namentlich wegen ihrer bequemen Selbstbefruchtung, ein sehr geeignetes Material.

Die Kreuzungen habe ich im Sommer 1897 ausgeführt, in welchem Jahre die tricotyle Mittelrasse rein war, und auf tricotylen Exemplaren Erbzahlen gab, welche zwischen 38 und 89 % schwankten und im Mittel 72 % betrugen. Bei der Wahl der einzelnen Individuen zu den Bastardirungen ist es selbstverständlich nicht möglich, ihre speciellen Erbzahlen zu berücksichtigen, da diese sich erst nach der Ernte ermitteln lassen. Ich habe daher als Regel jede Mutter mit dem Staub eines einzelnen Vaters befruchtet und beide mit derselben Nummer belegt, um nach der Ernte und bei deren Prüfung die Erbzahl des Vaters kennen zu lernen. In zwei Fällen diente *O. hirtella* als Vater, in einem aber als Mutter. In zwei Kreuzungen wurde sie mit neuen, bei mir entstandenen Arten verbunden, in der dritten aber mit einer bei uns wildwachsenden Sorte.

Oenothera rubrinervis × *hirtella.* Auf S. 241—243 habe ich beschrieben, wie ich mich während vieler Jahre vergeblich bemüht habe, eine tricotyle Mittelrasse von *O. rubrinervis* zu erhalten. Mir lag damals sehr wesentlich am Besitz einer solchen Rasse, und keine andere Art, weder eine alte noch eine neue, bot darauf eine irgendwie bessere Aussicht als diese. In vier Generationen (1892—1895) kam ich aber nicht über 2—3 % hinaus, und die Unmöglichkeit, eine Mittelrasse zu finden, war also so sicher gestellt wie nur irgendwie möglich. (S. 247.)

Im Sommer 1897 cultivirte ich die vierte Generation zum zweiten Male, aus Samen von 1895, pflanzte theils Tricotylen, theils Atavisten aus, castrirte eine grössere Anzahl ihrer Blüthen im Laufe des August und befruchtete jede Pflanze mit dem Staub eines besonderen Exemplares von *O. hirtella.*

Bei der Prüfung der Ernte stellte sich heraus, dass von den Vätern zehn zwischen 50 und 58 % Erben hatten, während es zwei mit 66 % gab. Die mit ihrem Staub befruchteten *Rubrinervis*-Pflanzen hatten 0—1·5 % Erben, im Mittel 0·8 %, also keine wesentlich anderen Zahlen als sie bei Selbstbefruchtung gehabt haben würden. Ich wählte für die nächste Generation eine Gruppe von Keimpflanzen, deren Vater die höchste Erbzahl, 66 %, gehabt, während die Kreuzung 1·5 % Erben gegeben hatte und pflanzte nur dicotyle Keime aus.

Als diese Bastarde erster Generation (1898) blühten, zeigten sie zwei deutlich von einander unterschiedene Typen. Der eine näherte sich mehr dem Vater und hatte breitere, unbehaarte und ziemlich stark gebuckelte Blätter wie dieser. Der andere näherte sich der Mutter mit schmäleren, grauweisslichen, wie behaart aussehenden und

fast nicht buckligen Blättern, wie sie im ersten Bande für *O. rubrinervis* beschrieben worden sind. Doch war keiner von beiden Typen genau derselbe wie die betreffenden Vorfahren. Ich habe in den folgenden Jahren nur vom zweiten Typus weitergepflanzt und diesen constant gefunden; die Pflanzen waren stets schwächlicher als die beiden Eltern, mit kleineren Blättern und einer ärmeren Inflorescenz. Ihre Blüthen und Früchte hatten den Bau und die Grösse der *O. hirtella*, aber die rothen Streifen auf dem Kelch und der unreifen Frucht, wie sie für *O. rubrinervis* charakteristisch sind und bei *O. hirtella* nicht gesehen werden. Es gab etwa $^2/_3$ Exemplare vom ersteren Typus und $^1/_3$ vom letzteren.

Die Bastarde befruchteten sich selber wie die *O. hirtella* und wurden im Jahre 1898 einfach in einem Käfig, später aber auch in Pergaminbeuteln von dem Besuch der Insecten abgeschlossen (1899). Die Samen wurden für jede Pflanze einzeln geerntet, ausgesät und geprüft. Der Gehalt an Tricotylen war derselbe geblieben wie in der vorhergehenden, unmittelbar durch die Kreuzung erhaltenen Ernte. Es gab 24 Samenträger; die Erbzahlen erreichten in zwei Fällen 2 $^0/_0$, schwankten aber sonst alle zwischen 0 und 1 $^0/_0$. Ich wählte zwei Mütter vom rothnervigen (zweiten) Typus mit 1 $^0/_0$ und 2 $^0/_0$ Erben aus und pflanzte von ihren Kindern die vierzig besten Tricotylen. Wie gesagt, wiederholten sie den Typus ihrer Mütter rein und waren somit Bastarde, in denen die Eigenschaften der *O. rubrinervis* in den meisten Organen prädominirten, während die Blüthen, abgesehen von der Farbe, sich fast ganz dem *Hirtella*-Typus näherten. Die im ersten Bande (S. 252) besprochene Eigenschaft von *O. rubrinervis* um *O. leptocarpa* hervorzubringen, hatte diese Bastardcultur auch; solche Exemplare zeigten sich nach reiner Selbstbefruchtung im nächsten Sommer als constant und hätten eine tricotyle Mittelrasse von *O. leptocarpa* geben können, falls ich solches gewünscht hätte. Ich habe sie aber nach 1900 von der Fortsetzung meiner Rasse ausgeschlossen.

Die Ernte, in der üblichen Weise gesammelt und geprüft, zeigte jetzt deutlich den Einfluss der Kreuzung. Es waren (1899) 20 Samenträger gewesen, von denen vier etwas höhere Erbzahlen hatten: 6, 7, 11 und 12 $^0/_0$; die übrigen schwankten zwischen 0 und 4 $^0/_0$. Die Ernte war diesmal eine sehr kleine gewesen; überhaupt war dieser Bastard auch in den späteren Generationen nicht sehr fruchtbar. Die höheren Zahlen waren also weniger sicher als sonst, da sie aus zu kleinen Keimproben ermittelt werden mussten. Ich wählte deshalb für die Fortsetzung des Versuches nicht diese aus, sondern die Mütter,

welche bei einer mittleren Erbzahl von 2—3 % die grösste Ernte getragen hatten. Ich durfte ja unter keiner Bedingung mich der Gefahr aussetzen, die Fruchtbarkeit meiner Rasse durch eine unzweckmässige Selection noch weiter hinabzusetzen. Ich pflanzte (1900) von vier Müttern etwa 50 Tricotylen und von einer dieser Mütter auf einem anderen Beete noch etwa 70 dicotyle Keime aus, liess die Blüthen sich in Pergaminbeuteln befruchten und erntete von 87 Pflanzen ausreichenden Samen für die Keimprüfung. Diese ergab einen ganz bedeutenden Fortschritt, indem jetzt von vier Samenträgern die Erbzahlen 40—42 % erreicht wurden. Diese vier waren dicotyle Kinder der einzigen Mutter, von der solche ausgepflanzt waren, und diese Mutter ergab sich auch sonst als eine glückliche Wahl, indem ihre Kinder im Mittel etwa 20 % Erben hatten. Die drei anderen Mütter waren viel weniger bevorzugt, die höchsten Erbzahlen für ihre Kinder waren hier 20—21 %, die mittleren 4—5 %. Es deuten diese Verhältnisse klar auf die Abspaltung einer Mittelrasse (mit zunächst 40 bis 42 % Erben), und auf eine, wenn auch weniger scharfe Trennung zwischen den Bastarden und der Halbrasse hin.

Für die Cultur des Jahres 1901 wählte ich selbstverständlich nur die Nachkommen der einen Grossmutter, deren Mittelwerth jetzt 20 % war. Ich nahm eine Mutter mit 41 %, welche selbst dicotyl, und eine mit 26 %, welche tricotyl gewesen war, indem ich theils die Höhe der Erbzahl, theils die Grösse der Ernte berücksichtigte. Ich pflanzte im Ganzen 90 tricotyle Keime aus; die Pflanzen waren kleinblätterig und schwach, wenig verästelt und schlank, in einer Höhe von etwa 2 Meter blühend, aber dem Bastardtypus ihrer Vorfahren treu. Die Blüthe fand in einem Käfig aus feinmaschigem Tuch (Nesseltuch) statt, der nur während der drei Wochen der Blüthe auf dem Beete blieb.

Von jeder Gruppe von 45 Pflanzen wurde die eine Hälfte in gewöhnlicher Weise gedüngt, die andere nur schwach. Dieses hatte sowohl auf den Wuchs, als auf die Erbzahlen einen sehr erheblichen Einfluss. Die mittleren Erbzahlen der ungedüngten Pflanzen waren 11 und 22 %, gegen 19 und 28 % von den gedüngten. Die beiden niederen Zahlen beziehen sich auf die Kinder der Mutter mit 26 %, die beiden höheren auf jene der Mutter mit 41 %. Ich werde somit in der nächstfolgenden Tabelle nur die normal gedüngten Kinder der besten Mutter aufführen, obgleich die ungedüngten ein etwas höheres Maximum (43, 45 und 48 % auf drei Pflanzen) erreichten.

Ich fasse jetzt die erhaltenen Erbzahlen dieses Versuches in derselben Weise zusammen, wie im vorigen Paragraphen, indem ich sie

in Gruppen von 0—2, 3—7, 8—12 u. s. w., im Mittel also von 1, 5, 10, 15 % u. s. w. zusammenfasse, und für jedes Jahr und jede derart reducirte Erbzahl die Anzahl der entsprechenden Samenträger angebe.

Tricotyle Bastarde von Oenothera rubrinervis × hirtella.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	—	65
×	M											V
S	12*											
1. Gen.	24*											
2. „	10*	8*	2									
3. „	5	16	1	4	3							
3. „	0	1	10	13	13	9	7	1	4*			
4. „	0	0	0	0	7	5	6	6	2			

Es bedeuten, wie früher, M = Mutter, V = Vater, S = die unmittelbar durch die Kreuzung erzeugten Samen. Darunter die Erbzahlen der 1.—4. Generation, unter denen die Samenträger für das nächste Jahr mit Sternchen angedeutet sind.

Die Bastardrasse blieb während diesen vier Generationen in ihren sonstigen Merkmalen constant, spaltete sich aber in Bezug auf die Tricotylie in die elterlichen Typen, oder brachte doch wenigstens die anfangs fehlenden Erbzahlen der Mittelrasse wieder zum Vorschein. Dass diese niedriger sind als bei der *Oen. hirtella,* ist wohl im Wesentlichen durch die Schwäche der Pflanzen bedingt, wie der Düngungsversuch von 1901 lehrt.

Oenothera hirtella × nanella. Im Sommer 1897 castrirte ich eine Pflanze meiner tricotylen Mittelrasse von *O. hirtella* und befruchtete sie im Käfig mit *O. nanella.* Die selbstbefruchteten Früchte derselben Mutter gaben später in ihren Samen 38 % tricotyle Keime; die *O. nanella* bringt jährlich ganz einzelne Tricotylen, welche aber einen Gehalt von 1—2 % nicht überschreiten. Die gekreuzten Samen gaben 245 Keimlinge, unter denen 8 % Tricotylen waren. Ich pflanzte nur die Dicotylen aus, und zwar 25 Exemplare. Diese Bastarde waren der Mutter sehr ähnlich und alle unter sich gleich; die Fertilität war dermassen herabgesetzt, dass nur zwei Pflanzen an der Endrispe einzelne Früchte ausbildeten. Sowohl von diesen als von den übrigen mussten also auch die Früchte der Seitenzweige nach isolirter Bestäubung geerntet werden, um überhaupt ausreichenden Samen zu erhalten. Aber auch auf diesen Seitenzweigen misslang die Frucht-

bildung zum guten Theil. Es gaben 22 Exemplare eine Ernte, und von diesen gab nur die Hälfte so viel Samen, dass je 300 Keime gezählt werden konnten. Beschränke ich mich auf diese, so finde ich Erbzahlen von 4—11 $^0/_0$, im Mittel 7 $^0/_0$, also denselben Wert wie in der ursprünglichen Ernte (8 $^0/_0$). Nehme ich die Ernte mit 150 bis 300 Keimen dazu, so bleiben die Grenzen und der Mittelwerth dieselben, und nur bei noch kleineren Ernten erhielt ich Zahlen bis 1 $^0/_0$ hinab oder bis 21 $^0/_0$ hinauf, in einem Falle sogar 33 $^0/_0$ (auf 78 Keimen).

Mögen diese höheren Zahlen an sich auch sehr unsicher sein, so boten sie doch die beste Aussicht auf eine Abspaltung der Mittelrasse, und so wählte ich zwei Mütter mit 21 und mit 33 $^0/_0$ für die Culturen von 1899 aus. Diese Cultur zeigte dieselben Merkmale wie diejenige des vorigen Jahres, in Bezug auf Wuchs, Blüthenbau und sonstige Eigenschaften. Als die Einzelernten geprüft wurden, zeigte es sich, dass die beiden Gruppen (Mutter 21 $^0/_0$ und Mutter 33 $^0/_0$) fast völlig genau dieselben Erbzahlen gaben und dass diese zwischen 3 und 50 $^0/_0$ schwankten, also zu der gesuchten Abspaltung der Mittelrasse geführt hatten.

Ich gebe die Erbzahlen wiederum in derselben Form und mit derselben Bedeutung der Buchstaben und Zeichen wie für den vorhergehenden Versuch.

Tricotyle Bastarde von Oenothera hirtella × nanella.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
×	V								M		
S	0	0	1*								
1. Gen.	1	10	6	2	2*	0	0	1*			
2. „	0	2	8	8	7	5	7	2	3	0	1

Obgleich die Abspaltung der tricotylen Mittelrasse aus der Bastardrasse gesichert schien, wird der Versuch doch nach kurzer Unterbrechung in diesem Jahre (1902) fortgesetzt.

Oenothera muricata × hirtella. Oenothera muricata wächst bei uns als eine schöne, constante und leicht kenntliche Art, ziemlich allgemein in den Dünen in der Nähe der Küste. Ich habe von dort Samen bezogen und seit 1895 regelmässig in meinem Versuchsgarten cultivirt. Die erste Generation war zweijährig, die späteren einjährig. Diese Culturen bringen sehr selten tricotyle Keime, wohl nie 1 $^0/_0$

erreichend. Im Sommer kreuzte ich 7 Exemplare nach vorsichtiger Castrirung mit *Oen. hirtella,* und zwar jede Pflanze mit einem besonderen Vater. Diese Väter ergaben nachher in ihren selbstbefruchteten Samen Erbzahlen von 50 bis 69 %. Die gekreuzten Samenproben hatten 0, 0·5 und 1 %, die beiden letzteren Zahlen auf je drei Samenträgern. Ich zog die erste Generation ferner nur von einer Kreuzung, deren Vater 66 % als Erbzahl hatte, während die gekreuzten Samen gar keine Tricotylen enthielten, und pflanzte 25 Exemplare aus. Diese Bastarde (1898) waren einförmig, und deutliche Zwischenbildungen, in denen aber der *Muricata*-Typus in allen Organen, sogar in den Blüthen, sehr merklich vorherrschte. Sie gaben zwar nicht viel Samen, doch reichte die Ernte auf 22 Pflanzen für die Bestimmung der Erbzahlen aus. Diese schwankten zwischen 0·5 und 5 % und betrugen im Mittel 2 %. Ich pflanzte die tricotylen Keimlinge von fünf Müttern mit 4—5 % Erben aus (1899) erntete ihre Samen nach isolirter Blüthe in Pergaminbeuteln für jede Pflanze einzeln und ermittelte im Frühling 1900 die Erbzahlen.

Der Fortschritt war kein sehr bedeutender; es wurde nur auf vier Exemplaren 20—23 % erreicht, während die übrigen Zahlen zwischen 0 und 19 % ziemlich gleichmässig vertheilt waren. Doch schien mir diese Anweisung über die Möglichkeit einer Abspaltung der Mittelrasse auszureichen, um zu folgern, dass diese Kreuzung sich nicht wesentlich anders verhält als die beiden vorhergehenden. Uebrigens wird auch dieser Versuch noch fortgesetzt.

Tricotyle Bastarde von Oenothera muricata × hirtella.

	1	5	10	15	20	25	—	65
×	M							V
S	7*							
1. Gen.	12	10*						
2. „	2	11	2	6	5	1		

Zusammenfassung. Wir stellen jetzt die Ergebnisse unserer Versuche in genau derselben Weise zusammen wie am Schlusse des vorigen Paragraphen, und geben somit für die einzelnen Generationen die Anzahl der Individuen, welche die am Kopfe der Spalten unserer Tabellen verzeichneten Procente an tricotylen Kindern hatten.

Kreuzungen von tricotylen Halb- und Mittelrassen verschiedener Arten.

I.

Procentischer Gehalt der unmittelbar durch die Kreuzung entstandenen Samen an Tricotylen.

Oenothera	Mutter	Vater	Procente 1	5	10
	%	%			
O. rubrinervis × *hirtella*	2—3	66	12*		
O. muricata × *hirtella* .	0—1	66	7*		
O. hirtella × *nanella* .	38	1—2	0	0	1*

II.

Erbzahlen in den Samen der ersten Bastardgeneration.

Oenothera	1	5	10	15	20	25	30	35
O. rubrin. × *hirtella*	24*							
O. muric. × *hirtella*	12	10*						
O. hirt. × *nanella* .	1	10	6	2	2*	0	0	1*

III.

Erbzahlen in den Samen der zweiten, dritten und vierten Generation.

Oenothera	Generation	Mutter %	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
O. rubrin. × *hirtella*	2.	—	10*	8*	2								
„ „	3.	2—3	5	16	1	4	3						
„ „	3.	2—3	0	1	10	13	13	9	7	1	4*		
„ „	4.	26	0	0	5	1	2	2	4	0	1		
„ „	4.	41	0	0	0	0	7	5	6	6	2		
O. muric. × *hirtella*	2.	—	2	11	2	6	5	1					
O. hirt. × *nanella* .	2.	—	0	2	8	8	7	5	7	2	3	0	1

In gedrängter Form erhalten wir hieraus, in Uebereinstimmung mit der Tabelle IV auf S. 307, für die mittleren Erbzahlen die folgende Gruppe:

IV.

Zusammenfassung.

Mittlere Erbzahlen der aufeinander folgenden Generationen.

Oenothera	Kreuzung	Samen der Generation 1.	2.	3.	4.	Max.
O. rubrinervis × *hirtella* .	1	1	3	20	28	42—48
O. muricata × *hirtella* . .	1	2	8			23
O. hirtella × *nanella* . . .	8	7	20			50

Diese Zahlen weichen von den entsprechenden Werthen der Tabelle IV auf S. 307 in nicht unerheblicher Weise ab, indem sie alle viel niedriger sind als dort. Auch nach wiederholter Selection kehrte die offenbar auch hier abgespaltene Mittelrasse noch nicht zu den Zahlen der *O. hirtella* zurück. Die Schwäche der Bastarde, in Verbindung mit ihrer geringen Fruchtbarkeit, mag, nach § 23 dieses Kapitels, als eine der Ursachen betrachtet werden (vergl. auch S. 314). Von einer Berechnung nach dem im vorigen Paragraphen verwandten Princip ist aus diesem Grunde kein Erfolg zu erwarten. Da aber meine Versuche mit diesen Bastardrassen noch fortgesetzt werden, ist einstweilen deren Abschluss abzuwarten.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist aber die Uebereinstimmung dieser Tabelle mit den Ergebnissen des vorigen Paragraphen eine so grosse, dass sie im Allgemeinen als eine Bestätigung der dort gezogenen Schlüsse angesehen werden darf.

V. Kreuzung syncotyler Rassen.

§ 26. Hemisyncotylie, Syncotylie, Amphisyncotylie.

Viel seltener als Keimlinge mit gespaltenen oder verdoppelten Samenlappen kommen solche vor, deren Keimblätter, in normaler Zweizahl vorhanden, mit einander zu einem einzigen Organe verwachsen sind. Sie sind nicht so selten, dass man sie nicht jährlich in der einen oder der anderen Saat auffinden könnte, aber wenn auf jedes Tausend Keimlingen ein tricotyler gefunden wird, so braucht

es im Ganzen und Grossen wohl zehntausend Keime, um auf einen Syncotylen rechnen zu können.

In den früher erwähnten Aussaaten des Jahres 1895 (S. 239) fand ich auf 40 Arten unter mehr als 250 000 Keimlingen nur etwa 10 Syncotylen gegenüber 150 Tricotylen. Wo man sie häufiger beobachtet, beruht solches auf Erblichkeit, denn sobald man die Syncotylen isolirt blühen lässt und ihre Samen getrennt erntet, zeigt es sich, dass sie etwa in demselben Grade sich wiederholen als die Tricotylen.

Beispiele von Syncotylen boten mir *Aster tenellus, Clarkia elegans, C. pulchella, Cerinthe gymnandra, Chrysanthemum Myconis, Helichrysum bracteatum, Phacelia tanacetifolia, Silene hirsuta, Anagallis grandiflora, Epilobium hirsutum, Hesperis matronalis, Pentstemon gentianoides, Robinia Pseud-Acacia* und viele andere Formen.[1] Aber stets nur in wenigen Exemplaren. Reicher daran waren wenige Arten; darunter sind die folgenden hervorzuheben, welche in den Samen eines einzigen Individuums den dabei angegebenen procentischen Gehalt an Syncotylen aufwiesen. *Oenothera (Kneiffia) glauca* 16 $^0/_0$ (Fig. 54 und 55), *Picris hieracioides* 8 $^0/_0$, *Valeriana alba* 3 $^0/_0$. Auch *Dahlia variabilis* und *Sycios angulata* fand ich reich an syncotylen Keimen, und bei *Centranthus macrosiphon* fand ich davon sogar 37 $^0/_0$ in den Samen einer ausgewählten syncotylen Pflanze.[2]



Fig. 54. *Oenothera glauca.* Eine an syncotylen Keimen reiche Pflanze.

Im engeren Sinne nennt man Syncotylen diejenigen Individuen, deren Samenlappen einerseits und völlig oder doch nahezu völlig verwachsen sind. Geringere Grade der Verwachsung nennt man Hemisyncotylen, sie bilden zwischen den bis zum Gipfel zusammengeschmolzenen

[1] Weitere Beispiele bei H. B. Gruppy, *Irregularity of some Cotyledons.* Science Gossip. N. S. Vol. 2. 1895. S. 171.

[2] *Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen,* in Berichte d. d. bot. Ges. Bd. XII. 1894. S. 25.

Typen und der normalen Dicotylen eine ununterbrochene Stufenleiter. Die geringeren Grade der Vereinigung pflegen seltener zu sein als die höheren, und um eine nahezu vollständige Reihe von Uebergangsformen zu erlangen, braucht man selbstverständlich Culturen aus den Samen ausgewählter Individuen. Die geringsten Grade der Verwachsung sind namentlich bei gestielten Samenlappen oft nur schwer von den wirklichen Dicotylen zu unterscheiden; durchmustert man die Keimproben, bevor die Cotylen und ihre Stiele völlig ausgewachsen sind, so kann man bisweilen einzelne Keimpflanzen für dicotyl halten, welche sich beim weiteren Wachsthum dennoch als hemisyncotyl ergeben würden.

Die Hemisyncotylen bilden die Minus-Varianten in der Reihe. Ihnen gegenüber stehen als Plus-Varianten die Amphisyncotylen oder

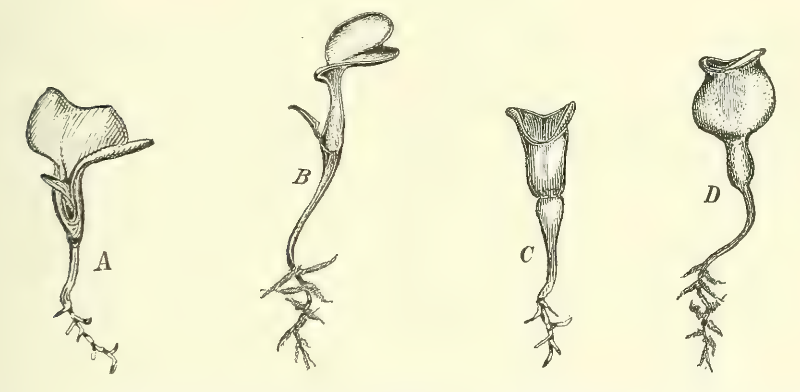


Fig. 55. *Oenothera glauca.* Syncotyle Keimlinge. *A* und *B* einfach syncotyl, *C* und *D* becherförmig syncotyl oder amphisyncotyl.

Amphicotylen. Hier sind die Samenlappen beiderseits verwachsen, meist auf der einen Seite stark und auf der anderen schwach, oft aber auch beiderseits bis zu etwa gleicher Höhe. Die Cotylen bilden dann Becher (Fig. 55 *C*, *D* und Fig. 56), welche je nach der Breite der Cotylen bei den normalen Pflänzchen, das eine Mal mehr cylindrisch oder urnenförmig, das andere Mal aber mehr tellerförmig ausgebreitet sind. Diese merkwürdigen, sehr niedlichen Gebilde fand ich fast jährlich bei *Helianthus annuus syncotyleus*, in grösserer Zahl auch bei *Mercurialis annua* und *Centhranthus macrosiphon*,[1] und ferner gelegentlich bei *Antirrhinum majus, Sinapis alba* u. s. w.

[1] Abgebildet in *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. XII. 1894. Tafel II, Fig. 3 und 4.

Die Verwachsung der Samenlappen hat bisweilen zur Folge, dass auf die Plumula ein Druck ausgeübt wird, der ihr Wachsthum beeinträchtigt. Es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass Syncotylen, wenigstens anfangs, langsamer wachsen als normale Keimlinge, und dass namentlich die Amphisyncotylen zurückbleiben. Wie gross dieser Einfluss ist, lässt sich jetzt noch nicht bemessen, aber der Umstand, dass die Syncotylen so viel seltener sind als die Tricotylen, dürfte in dieser Schwächung des Wachsthums zum grossen Theile ihre Erklärung finden. Bisweilen bricht später die Plumula seitlich aus dem Cotylbecher hervor, indem sie diesen im unteren Theile spaltet (*Centranthus macrosiphon*, *Mercurialis annua*), bisweilen gelingt es ihr, wenn auch sehr spät, in der normalen Richtung sich zu verlängern. Bei *Helianthus annuus* habe ich einzelne solcher Cotylbecher operirt, d. h. seitlich mit einem feinen Messer aufgerissen, sobald ich sah, dass die Pflanze ohne diese Hülfe nicht wachsen würde; ich erhielt dann zwar noch blühende, aber doch sehr schwache dünnstengelige Individuen.



Fig. 56. *Raphanus Raphanistrum.* Ein tellerförmig erweiterter Cotylbecher, *A* von der Seite, *B* derselbe schief von oben gesehen und die Plumula zeigend.

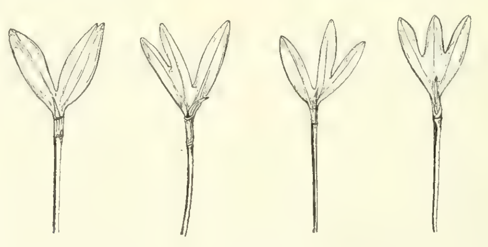


Fig. 57. *Polygonum Convolvulus.* Beispiele trisyncotyler Keimpflanzen mit verschiedenen Graden der Spaltung und der Verwachsung.

Nicht selten unterbleibt das Wachsthum der Plumula ganz, sowohl bei einseitigen Syncotylen als bei Becherbildungen. In diesem Falle bleibt die Keimpflanze viel länger am Leben als sonst, die Cotylen wachsen zu bedeutender, oft zur doppelten Grösse heran,

aber das Pflänzchen geht schliesslich ohne Stengelbildung zu Grunde. So z. B. oft bei *Helianthus annuus* und *Dahlia variabilis*, seltener, aber doch mehrfach bei *Pentstemon gentianoides* und *Cannabis sativa*. Bei den beiden letzteren Arten entwickelten sich bisweilen ein oder zwei Blätter, dann blieb aber die Endknospe in Ruhe, während jene Blätter eine abnormale Grösse und Dicke erreichten (Fig. 58). In solchen Fällen scheint es fraglich, ob nicht hier und sonst die Wachsthumshemmung noch eine andere Ursache haben dürfte.

Mit der Syncotylie kann die Tricotylie verbunden sein, und da beide, wie wir gesehen haben, in ihrer fluctuirenden Variabilität eine Reihe von Formen aufweisen, ist der Reichthum der Stufenleiter der sogenannten Trisyncotylen noch ein viel grösserer. So z. B. bei *Polygonum Convolvulus* (Fig. 57), ferner bei *Chenopodium album*, *Thrincia hirta* u. a.

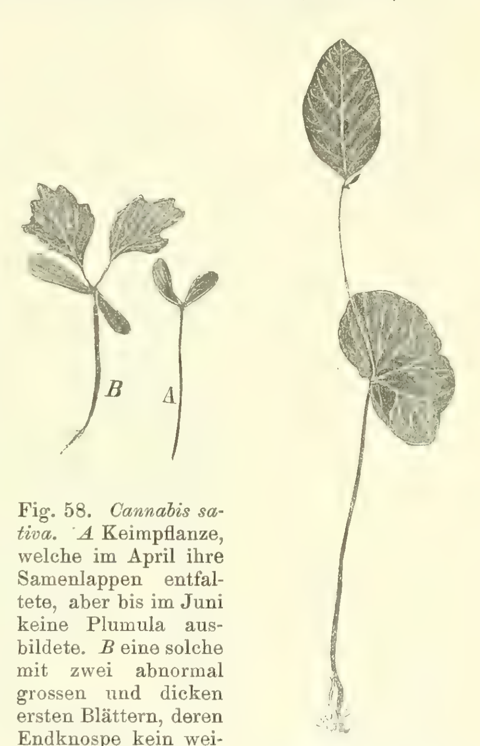


Fig. 58. *Cannabis sativa*. *A* Keimpflanze, welche im April ihre Samenlappen entfaltete, aber bis im Juni keine Plumula ausbildete. *B* eine solche mit zwei abnormal grossen und dicken ersten Blättern, deren Endknospe kein weiteres Wachsthum zeigte. Aus einer Cultur, in der sonst die Stengel oberhalb der Cotylen in derselben Zeit 10—20 Cm. lang wurden (1894).

Fig. 59. *Fagus sylvatica*. Syncotyle Keimpflanze, mit stark verlängertem, epicotylem Internodium und abnormaler Ausbildung der Plumula.

Wie die Tricotylie, so steht auch die Syncotylie häufig in Verbindung mit Störungen in der normalen Blattstellung im späteren Leben der Pflanze. Oft ist die Störung nur eine geringe (Fig. 59), nicht selten aber folgt auf dem syncotylen Organe, bei Arten mit decussirter oder doch anfangs decussirter Blattstellung, ein Knoten mit nur einem Blatte, welches dann dem Syncotyl gegenüber zu stehen pflegt. Solche Fälle habe ich sowohl bei *Mercurialis annua* (Fig. 60) als auch bei *Helianthus annuus*[1] sehr häufig beobachtet. Meist folgen dann weitere Störungen, wie ungleiche Grösse der beiden Blätter eines Paares, zweigipfelige

[1] *Over de erfelykheid van Synfisen.* Botanisch Jaarboek. Gent 1895. Tafel IV.

Blätter u. s. w., und nicht selten kommen solche, in denselben Culturen, auch sofort oberhalb der Cotylen vor.

Zwangsdrehung und Fasciation folgen nicht selten auf die Syncotylie.[1] Ersteres fand ich z. B. bei *Anagallis grandiflora, Collinsia heterophylla, C. grandiflora, C. bicolor, Scabiosa atropurpurea, Centranthus macrosiphon,* und sehr häufig bei *Mercurialis annua* (Fig. 61), Fasciationen auch bei der letzteren und mehreren anderen Arten,

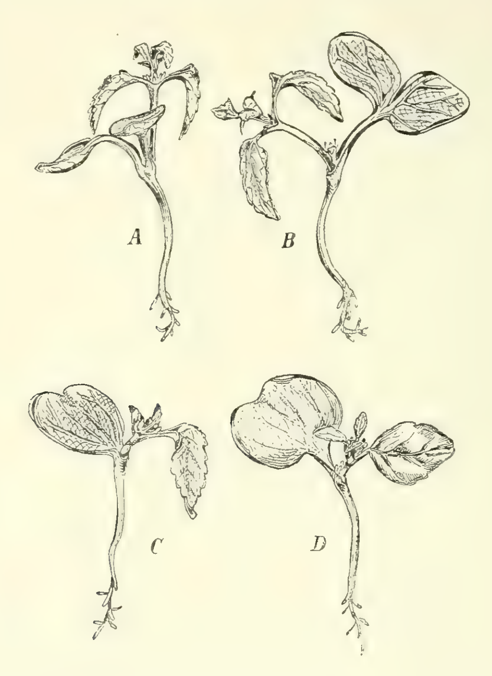


Fig. 60. *Mercurialis annua.* Syncotyle Keimpflanzen. *A* und *B* hemisyncotyl mit normaler Blattstellung. *C* und *D* völlig syncotyl; das erste Blatt steht einzeln und den Cotylen gegenüber.

namentlich *Helianthus annuus.* Auch Becherbildung findet man bisweilen mit Syncotylie verbunden, sei es auf denselben Exemplaren, sei es auf verschiedenen Individuen derselben Aussaat (Fig. 62). Ich nenne als Beispiele *Mercurialis annua, Anagallis grandiflora, Antirrhinum majus, Fagus sylvatica, Polygonum Fagopyrum, Spinacia oleracea* und *Raphanus Raphanistrum.*[2]

Die Syncotylie ist eine erbliche Anomalie. Isolirt man die

[1] *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. XII, l. c.
[2] *Kruidkundig Jaarboek*, l. c. S. 172—177.

zufällig gefundenen syncotylen Individuen, so wiederholt sich die Erscheinung in ihren Nachkommen, z. B. bei *Valeriana alba* (1892: 3 $^0/_0$, 1893: 6 $^0/_0$). Auch aus den Samen nicht-syncotyler Individuen derselben Cultur kann sich die Syncotylie wiederholen, so z. B. bei *Amarantus speciosus, Polygonum Convolvulus, Scrophularia nodosa* u. a.[1] Im Frühling 1894 pflanzte ich aus meiner tricotylen Mittelrasse von



Fig. 61. *Mercurialis annua.* Ein Seitenzweig mit Zwangsdrehung. Alle Blätter der tordirten Strecke stehen auf einer Seite des Astes.

Mercurialis annua, welche alljährlich an Syncotylen sehr reich ist, einige Syncotylen und Amphisyncotylen auf einem entfernten Beete aus. Es waren drei weibliche Pflanzen und einige männliche. Die getrennt gesammelten Samen enthielten 4, 19 und 24 $^0/_0$ Syncotylen, unter denen Hemisyncotylen und Amphicotylen zu einem nicht

[1] *Kruidkundig Jaarboek,* l. c. S. 159.

unerheblichen Theile vertreten waren. Ohne Zweifel hätte ich aus dieser *Mercurialis* (mit 24 %), sowie von *Centranthus* (mit 37 %) und vielleicht auch für *Picris* (8 %) und *Valeriana* (6 %) die syncotylen



Fig. 62. *Coriandrum sativum.* *A* ein blühender Zweig. *B* eine hemisyncotyle Keimpflanze. *C* eine dicotyle Keimpflanze aus derselben Cultur, deren erstes Blatt in eine Ascidie umgebildet ist (1894.)

Mittelrassen isoliren können. Die mit solchen Culturen verbundenen, zum wesentlichen Theile aus dem verzögerten Wachsthume der Plumula herrührenden Schwierigkeiten haben mich aber bestimmt, mich in dieser Richtung auf eine einzige Art, *Helianthus annuus*, zu beschränken.

§ 27. Helianthus annuus syncotyleus.[1]

Die syncotyle Mittelrasse der gewöhnlichen Sonnenblume habe ich bereits im Jahre 1887 aufgefunden und sofort isolirt. Seitdem cultivirte ich die Rasse während zehn Generationen, bis ich sie im Sommer 1897 zu meinen Kreuzungsversuchen verwandte. Sie hat sich dabei stets als äusserst variabel erwiesen, sowohl in dem Grade der Verwachsung der Cotylen als in den Erbzahlen. Aber sie zeigte sich dabei andererseits als völlig constant und immutabel; trotz der angestrengtesten Zuchtwahl gelang es weder sie in eine höhere,

[1] *Over de erfelykheid van Synfisen.* Kruidkundig Jaarboek. Gent 1895. S. 136—142 und Tafel IV. Vergl. auch ibid. Jahrgang 1894.

z. B. von Atavisten freie Stufe, noch auch andererseits in die entsprechende Halbrasse überzuführen. Wir haben hier ein ebenso schönes Beispiel eines constanten, aber in den sichtbaren Erscheinungen völlig auf das Gebiet anderer Rassen übergreifenden, also transgressiv variablen Typus, als diesen uns die besten tricotylen Mittelrassen dargeboten haben. Und ob es je gelingen wird, eine reine, wenig variable syncotyle Form herzustellen, welche nicht mehr Mittelrasse ist, sondern sich zu dieser verhält wie z. B. die *Aurea*-Varietäten zu den bunten Pflanzen (vergl. Bd. I, S. 424), ist vorläufig noch völlig fraglich.

Meine Rasse fand ich, wie gesagt, im Jahre 1887. Ich liess damals eine grössere Menge von im Tausch der botanischen Gärten erhaltenen Samen von *Helianthus annuus* keimen, fand unter 500 Keimlingen 18 Syncotylen und pflanzte nur diese aus. Sie blühten zusammen, ihre Samen wurden aber für jedes Exemplar besonders geerntet, ausgesät und geprüft. Die Zählungen ergaben für 17 Proben 1—15 % und für eine einzige 19 % syncotyle Keime. Die letztere Mutterpflanze hatte ihre Cotylen bis zum oberen Rande verwachsen; sie wurde als Stammpflanze für meine Rasse ausgewählt, indem nur von ihren Kindern ausgepflanzt wurde (1888). Und zwar nur völlig syncotyle Keime.

Die Pflanzen blühten wieder zu gleicher Zeit und wurden von Insecten befruchtet; solches ist bei dieser Art, oder doch wenigstens bei meiner Rasse, unerlässlich, da isolirte Individuen, mit ihrem eigenen Staub künstlich oder durch Hummeln befruchtet, keine Samen ansetzen. Die Ernten wurden in allen späteren Generationen stets für jede Pflanze einzeln gesammelt und im nächsten Frühling unter einer Etiquette mit der Nummer der Mutter gesät und gemustert; ich erhielt in dieser Weise stets für jede einzelne Pflanze eine Erbzahl. Ich werde dieses somit fernerhin nicht jedesmal besonders erwähnen. Allerdings sind die Samen gross und viele Pflanzen liefern keine 300 Keimlinge; somit sind die Erbzahlen nicht überall so genau, wie man sie bei ausgiebigeren Ernten haben kann,[1] doch schliessen sie im Allgemeinen in den Gruppen so enge zusammen, dass diese Fehlerquelle nicht schwer in's Gewicht fällt.

Die Ernte von 1888 ergab sofort den Beweis, dass die Rasse durch die Wahl des vorigen Jahres rein erhalten war. Es trugen 12 Pflanzen ausreichenden Samen; von ihnen hatten neun von 30—35 % Syncotylen, während die drei übrigen Mütter deren 76,

[1] Vergl. das erste Kapitel dieses Abschnittes, §§ 3—4. S. 123.

81 und 89 % hatten. Und zwar auf 121, 275 und 128 Keimlingen. Die Pflanze mit 89 % Erben wurde selbstverständlich zur Fortsetzung der Cultur gewählt.

Daneben war es aber wichtig zu erfahren, ob man, falls es durch irgend einen Zufall diese drei hohen Zahlen nicht gegeben hätte, auch aus den übrigen Müttern zu demselben Ergebniss gekommen sein würde. Dazu machte ich also im Jahre 1890 eine Nebencultur, und wählte die syncotylen Keime einer Mutter mit 51 % Erben. Sie gaben mir 23 Samenträger, deren Erbzahlen zwischen 24 und 91 % ziemlich gleichmässig schwankten, und im Mittel etwa 55 % betrugen. Die vier höchsten Zahlen waren 77, 79, 84 und 91 %. Man kann also das Ziel auch auf einem Umwege erreichen, wie das folgende Schema auf den ersten Blick zeigt.

Entstehung der syncotylen Mittelrasse von Helianthus annuus.

Ernte von:	1887	1888	1889
Erbzahlen der besten Mütter in Procenten	19	89	81
		51	91

Bringen wir diese Thatsache mit den für die tricotylen Rassen gefundenen Zahlen in Verbindung, so haben wir zunächst die Tabelle auf S. 281 zu vergleichen. In diese kann der Versuch mit *Helianthus* ohne Weiteres eingeschaltet werden; er bestätigt einerseits die dort gefundene grosse Aussicht, in den Erbzahlen der zweiten Generation eine solche von etwa 55 % zu finden, zeigt aber ferner, dass diese auch übersprungen werden kann, indem, in glücklichem Fall, die zweite Generation sofort den hohen Werth von etwa 80—90 % ergeben kann, welcher dort in allen Versuchen erst auf den Mittelwerth von etwa 55 % folgte. Ferner habe ich auf S. 304 einen Versuch mit *Helichrysum bracteatum* beschrieben, in welchem gleichfalls, bei Wiederholung, auf einem Umwege und also mittelst mehrerer Generationen, dasselbe erreicht wurde wie in der Tabelle auf S. 281. Wir dürfen also folgern, dass die Isolirung einer syncotylen Rasse nach demselben Schema stattfindet, als diejenige einer tricotylen Mittelrasse.

Die im ersten Bande S. 422 und sonst aufgestellten Sätze über die Isolirung von Mittelrassen, und die dabei auftretende scheinbare Steigerung der Variabilität, welche wir damals zur Erklärung unserer Isolirung des fünfblätterigen Rothklees sowie in anderen Fällen angewandt haben, finden hier ihren experimentellen Beweis. Die neue Rasse entfernt sich rasch vom Typus ihrer Art, aber nur deshalb, weil sie sich dadurch ihrem neuen Typus nähert.

In die Zahlengruppe auf voriger Seite ist auch eine Erbzahl für 1889 für die ersterwähnte Linie meiner Rasse aufgenommen worden. Es würde mich zu weit führen, diese und die weiteren Generationen einzeln zu beschreiben, da sie alljährlich, was ja bei Rassenculturen die Hauptsache ist, in derselben Weise behandelt wurden. Ich gebe deshalb erst den Stammbaum meiner ganzen Cultur.

Helianthus annuus syncotyleus.

Stammbaum der syncotylen Mittelrasse.

Bei Selection der Individuen mit der höchsten Erbzahl.

	Erbzahlen in Procenten												
	19	25—40	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98
9. Generation 1896				1	1	3	8	4	1	2			
8. Generation 1895						1	2	5	2	4	7	3	
7. Generation 1894				1	1	0	1	1	1	1	2	0	1
6. Generation 1892								1	2	3	8	9	5
5. Generation 1891									1	2	2	11	6
4. Generation 1890						1	0	1	2	4	8	15	1
3. Generation 1889		2	1	0	0	1	1	0	0	2	1		
2. Generation 1888		2	2	5	0	0	0	0	1	1	1		
1. Generation 1887	1												

In dieser Zusammenstellung findet man am Kopfe den procentischen Gehalt der Keimproben an Syncotylen derart angegeben, dass die einzelnen Zahlen zu kleinen Gruppen zusammengefügt sind. Es bedeutet somit 48 die Erbzahlen von 46—50 %; 53 diejenigen von 51—55 % u. s. w. Die senkrecht unterhalb dieser Zahlen befindlichen Ziffern geben die Anzahl der Individuen mit dem betreffenden Erbwerthe für jede Generation an. Die Ausbuchtung des Bindezeichens

unterhalb der Erbzahlen einer Generation deutet die Mutter an, d. h. die Pflanze, deren Kinder für diese Generation, unter Verwerfung aller anderen, ausgewählt wurden.

Der Stammbaum zeigt, dass aus der Urpflanze mit 19 % Erben sofort eine Rasse mit 50—98 % entstanden ist, und dass diese sich, bei alljährlicher Zuchtwahl, ziemlich constant erhalten hat. In den beiden ersten Generationen, welche auf die Urpflanze von 1887 folgten, kamen daneben noch niedrige Erbzahlen (25—50 %) vor, seitdem aber nicht mehr. Die höchsten Werthe, welche in den einzelnen Jahren erreicht wurden, schwanken nur wenig, wohl nur innerhalb der bei ihrer Beurtheilung anzuwendenden Latitüde und der möglichen Einflüsse der einzelnen Jahrgänge. Diese Erbzahlen der alljährlich ausgewählten Mütter waren:

Ernte von:	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1894	1895	1896
Erbzahlen der Mutterpflanzen in Procenten	19	89	81	94	97	98	86	93	82

In einigen Jahren war die Mutter nicht gerade diejenige, welche den allerhöchsten Werth hatte; solches liegt daran, dass bei geringen Unterschieden in der Erbzahl das Gelingen der Cultur erfordert, dass man auch auf andere Umstände Rücksicht nimmt, und namentlich schwache Individuen, oder solche, welche zu spät blühen oder eine zu kleine Ernte tragen, oder endlich fasciirte Exemplare vermeidet.

Die Wahl der Mutter muss ferner, in der Gruppe von guten Pflanzen mit etwa gleichen Erbzahlen, dem Zufall überlassen werden, da die Sonnenblumen zu gross sind und zu viel Raum beanspruchen, um durch Verdoppelung der Cultur nach dem Princip der Grossmutterwahl (vergl. S. 242) den Einfluss des Zufalls zu verringern. Wie man sieht, war ich meist glücklich in meiner Wahl, mit Ausnahme des letzten Jahres, in welchem das Mittel von 85 % auf etwa 68 % zurückging.

Meine Rasse ist nicht als eine normale Mittelrasse, sondern als eine Hochzucht innerhalb dieser zu betrachten. Anstatt Mütter mit 80—90 % und darüber zu wählen, hätte ich auch stets die Pflanzen mit der mittleren Erbzahl der ganzen Gruppe zur Fortsetzung meiner Cultur nehmen können. Ich hätte dann eine nicht selectirte Rasse gehabt, und die Zahlenreihen der beiden ersten Generationen nach der Urpflanze deuten darauf hin, dass dieses Mittel etwa 55 % betragen haben würde, was ja auch für tricotyle Mittelrassen annähernd der Mittelwerth ist.

Ebenso geben die im Stammbaume angeführten Zahlen kein

vollständiges Bild der ganzen Hochzuchtrasse. Denn jedes Jahr wurde nur von den allerbesten Erben die Erbzahl ermittelt. Dicotyle Keimlinge und solche mit in schwachem Grade verwachsenen Samenlappen wurden ausgeschlossen, ebenso schwache Keimpflanzen. Hätte ich diese Auswahl nicht getroffen, so wären die mittleren Werthe selbstverständlich etwas geringer ausgefallen. Aber der Unterschied wäre kein sehr bedeutender gewesen, wie die beiden folgenden Paragraphen lehren werden.

Die Aussicht auf eine reine syncotyle Nachkommenschaft, d. h. eine Ernte ohne dicotyle Keime, scheint in diesem Versuche eine sehr grosse zu sein. In 13 Einzelernten wurden 96 % und darüber erreicht. Doch täuscht der Schein. Nur einmal hatte ich eine ganz reine Ernte (100 %), und zwar bereits auf einer Pflanze von 1890, welche aber nur 105 keimende Samen gab. Und es liegt auf der Hand, dass, falls diese Ernte grösser ausgefallen wäre, auch noch wohl ein atavistischer Keim darunter gewesen wäre. Mit anderen Worten: die Selection führt die Rasse so dicht wie möglich an das höchste Ziel der Reinheit heran, ohne aber je dieses Ziel zu erreichen. Auch sieht man sofort aus der Tabelle, dass die Nachkommenschaft einer Pflanze mit 100 % Erben doch wieder, wenigstens in vielen Exemplaren, von dieser Höhe herabfallen würde.

Pflanzt man von einem einzelnen Blüthenkopfe die sämmtlichen Samen aus, und zwar in Gruppen je nach dem Grade der Syncotylie, so ergiebt sich für diese nur ein geringer Unterschied. Atavisten und weniger als halbwegs verwachsene Keime geben im Mittel eine Nachkommenschaft von etwas geringerem Werth, aber nur, wenn man die Mittelzahlen vergleicht, keineswegs in Bezug auf die einzelnen Individuen. Mancher Atavist und mancher Hemicotyle hat einen höheren Erbwerth als die meisten guten Syncotylen. Und ob unter diesen letzteren die Verwachsung so völlig ist, dass am Gipfel keine Einbuchtung mehr gesehen wird, hat, so viel ich erfahren konnte, auf die Erbzahlen gar keinen Einfluss. Ebenso hatten die Störungen in der Blattstellung, welche oft auf die Syncotylie folgen (§ 26), keine Bedeutung als Selectionsmittel. Aber es wäre überflüssig, die betreffenden Versuche vorzuführen.

Die hemisyncotylen Keime sind stets seltener und oft viel seltener als die eigentlichen Syncotylen; unter diesen letzteren sind andererseits die höchsten Grade der Synfise wieder häufiger als die etwas geringeren, mit einer deutlichen Einbuchtung am Gipfel. Ich habe in den meisten Jahren die verschiedenen Grade der Syncotylie meiner Keime getrennt gezählt und aufgeschrieben; man erhält dann Zahlen,

welche eine zweigipfelige Curve aufweisen, wie solche auch sonst für Anomalien, namentlich für Verbänderungen, gefunden werden.[1] Den einen Gipfel bilden die Atavisten, den anderen die besten Syncotylen. Von jenem fällt die Curve steil herunter, um mit zunehmendem Grade der Synfise allmählich zu steigen, während jenseits des Syncotylengipfels die sehr seltenen doppelseitig verwachsenen Amphicotylen (Fig. 55 *C*, *D*) einen wiederum steil absteigenden Schenkel bilden. Ich gebe in Fig. 63 eine solche Curve für die Ernte von 1889, welche 2439 Keimlinge umfasst. Für die einzelnen Grade der Synfise sind die absoluten Zahlen der Keimpflanzen unterhalb der Figur angegeben. Die Gruppen sind selbstverständlich willkürliche, doch würde eine andere Abgrenzung kaum den Lauf der Curve wesentlich verändern. Denn die nur mit den Stielen verwachsenen werden stets ein Minimum zwischen den beiden Gipfeln bilden.

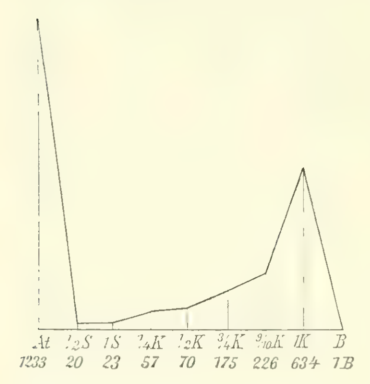


Fig. 63. *Helianthus annuus syncotyleus.* Curve über den Grad der Syncotylie in den Keimlingen der Ernte von 1889. *At* = Atavisten. $^1/_2$ *S*, *1 S* = Stiele zur Hälfte bezw. ganz verwachsen. $^1/_4$ *K*, $^1/_2$ *K*, $^3/_4$ *K*, $^9/_{10}$ *K*, *1 K* = Keimblätter über $^1/_4$ ihrer Länge u. s. w. verwachsen. *B* = Bechercotylen oder Amphicotylen.

Betrachten wir die Zahlenreihen unseres Stammbaumes vom statistischen Standpunkte, so sehen wir, dass sie im Allgemeinen asymmetrisch sind, d. h. dass die höchsten Werthe dem einen Ende näher sind als dem anderen. Der Höhepunkt ist in der Selectionsrichtung verschoben, in allen Jahren mit Ausnahme der ersten und des letzten. Um diesen Einfluss besser kennen zu lernen, habe ich im Sommer 1890, neben der in der Tabelle auf S. 329 angeführten Hauptcultur, noch eine mehr umfangreiche gemacht. Ich pflanzte dazu von einer Mutter mit 81 % Erben etwa 60 Syncotylen aus; von ihnen gaben 55 eine ausreichende Ernte. Die Erbzahlen sind in derselben Weise in Gruppen gebracht als im Stammbaum auf S. 329, und die Grössen der so erhaltenen Gruppen sind in Fig. 64 graphisch dargestellt und in der unteren Zeile in Zahlen angegeben worden. Die einseitige Form der Curve fällt sofort auf; die dieser Generation vorangegangene Selection war aber auf nur zwei Jahre beschränkt.

[1] *Sur les courbes galtoniennes des monstruosités.* Bull. scientif. de la France et de la Belgique. Publié par A. Giard. T. XXVII, p. 396. Avril 1896. Vergl. namentlich die Curvenfigur auf S. 397.

Vergleicht man diese Curve mit den Zahlengruppen der tricotylen Halbrassen, so sieht man, dass sie nicht etwa das Spiegelbild von jenen ist. Beide gipfeln allerdings auf oder in der Nähe des Endpunktes der Abscissenlinie, aber der längere Schenkel reicht dort, trotz Plus-Selection, nur selten bis etwa 25 % (*Scrophularia*), meist viel weniger weit (Tabelle S. 247). Hier aber reicht der längere Schenkel bis fast zur Mitte (etwa 60 %), und solches trotz der Selection der höchsten Erbzahlen und der besten Syncotylen. Wäre die Selection hier, wie dort, nach der Mitte der Abscissenlinie ge-

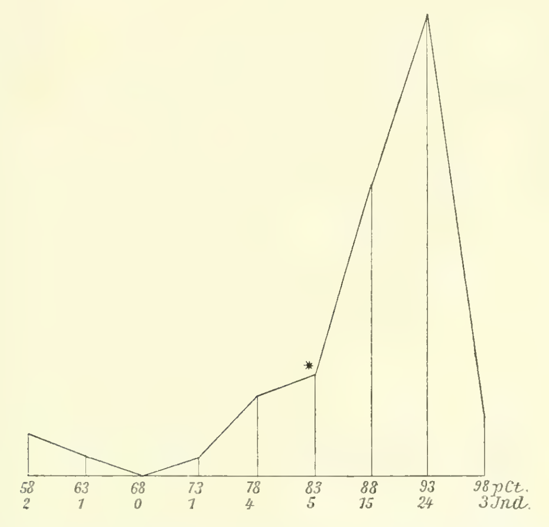


Fig. 64. *Helianthus annuus syncotyleus.* Curve der Erbzahlen von 55 syncotylen Kindern einer Mutter mit 81 % Erben. (Cultur 1890.) Als Typus einer Selectionscurve.

richtet, so würde der Schweif offenbar viel länger geworden sein. Wie man sieht, ist die Mittelrasse für die Selection, wie wohl stets, in viel höherem Grade empfindlich als die Halbrasse.

§ 28. Eine hemisyncotyle Zuchtrasse.

Wie die Tricotylie betrachte ich die Syncotylie als eine einzige elementare Eigenschaft, deren Aeusserung der fluctuirenden Variabilität unterworfen ist. Völlig verwachsene Cotylen, wie sie sich am häufigsten zeigen (vergl. Fig. 63), sind dann die normale oder typische Gestalt, während die geringeren Grade der Verwachsung und die zweiseitigen Vereinigungen die Minus- und die Plus-Varianten derselben Reihe bilden.

Es gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Mutationslehre, die verschiedenen Aeusserungen derselben elementaren Eigenschaft in jedem einzelnen Falle zusammenzusuchen. Oft leuchtet die Entscheidung sofort ein, oft dürfte sie nur durch die unmittelbare Beobachtung des Mutationsvorganges selbst zu erreichen sein. Doch ist die Frage offenbar eine fundamentale, denn unsere ganze Auffassung von den gegenseitigen Verwandtschaften muss darauf beruhen, sowohl in der Lehre von den Arten, als in jener von den Bastarden. Ueberall ist somit nach Methoden zu suchen, welche zur Lösung dieser Frage führen können.

In Bezug auf den vorliegenden Fall spitzt sich die Aufgabe folgendermaassen zu. Sind die Hemisyncotylen und die Amphicotylen Vertreter besonderer elementarer Eigenschaften, so lässt sich erwarten, dass man die entsprechenden Rassen würde isoliren können. Die Amphicotylen sind allerdings zu selten und wegen der Störung im Wachsthum der Plumula zu schwierig zu cultiviren, um eine genügende Aussicht zu geben; die Hemisyncotylen eignen sich aber gerade sehr gut zu einem solchen Isolirungsversuche. Was man dabei erwarten darf, lehren uns die Erfahrungen mit den tricotylen Rassen. Denn offenbar muss entweder eine Halbrasse oder eine Mittelrasse entstehen können, falls die Hemisyncotylie wirklich für sich bestehen kann.

Ist aber eine solche Isolirung nicht möglich, und sind die Hemisyncotylen nur Minus-Varianten der syncotylen Mittelrasse, so wird die Wahl der Hemisyncotylen offenbar nur diese Rasse erhalten und sie nur ein wenig nach der Minus-Seite ablenken. Man wird dann eine Zucht erwarten, welche von der richtigen syncotylen Mittelrasse nicht wesentlich, sondern nur durch eine geringe Verschiebung des Mittelwerthes abweicht. In diesem Falle werden die Hemisyncotylen durch die Zuchtwahl etwas vermehrt werden, nicht aber bis zum Ausschluss der Syncotylen selbst.

Es scheint mir aus der gegebenen Auseinandersetzung klar hervorzugehen, dass man den experimentellen Beweis, dass die Hemisyncotylen Minus-Varianten der Syncotylen sind, durch einen entsprechenden Zuchtversuch erbringen kann. Zu diesem Zweck habe ich im Jahre 1890 einen Nebenzweig des S. 329 dargestellten Stammbaumes angefangen, indem ich alljährlich nur hemisyncotyle Pflanzen als Samenträger auswählte. Diesen Versuch habe ich in derselben Weise während sieben Generationen fortgesetzt, und das Ergebniss war, wie man sehen wird, eine Bestätigung des soeben ausgesprochenen Satzes.

Dieser Versuch wurde in einem anderen Garten angestellt als die syncotylen Culturen, sonst aber genau in derselben Weise durchgeführt. In den Keimproben wurden stets die Hemisyncotylen und die echten Syncotylen besonders gezählt, es wurde somit für jeden Samenträger eine doppelte Erbzahl erhalten. Für die Auswahl der auszupflanzenden Individuen wurden anfangs zwei, später jährlich nur eine Mutter gewählt, und zwar nur nach dem Gehalte ihrer Samen an Hemisyncotylen, d. h. dass stets jene Mütter genommen wurden, welche den höchsten procentischen Gehalt an hemisyncotylen Kindern hatten, unabhängig von ihrem etwaigen Gehalt an Syncotylen.

Ich gebe jetzt die Erbzahlen dieser ausgewählten Mütter für die einzelnen Generationen in tabellarischer Form. (Tabelle S. 336.)

In dieser Tabelle ist für jede auserlesene Mutter der Grad der Synfise der Cotylen angewiesen. Dieser war, wo immer möglich, $^1/_2$, d. h. die Samenlappen waren bis zur halben Höhe zwischen dem oberen Ende des Stieles und ihren eigenen Gipfeln verwachsen. In den ersten Jahren beruhte dieses mehr oder weniger auf dem Zufall, auch hatte in der Ernte von 1890 eine Pflanze mit weniger hoch verwachsenen Cotylen die beste Erbzahl. Später habe ich nur halbwegs verwachsene Keimpflanzen ausgesetzt und also nur von solchen die Erbzahlen ermittelt.

Die erste Zeile der Tabelle (1889) bezieht sich auf das Exemplar der syncotylen Rasse (S. 329), deren Kinder den Ausgangspunkt für diese Nebencultur bildeten. Die Wahl und das Auspflanzen von hemisyncotylen Keimen haben plötzlich den Gehalt an letzteren erhöht, und denjenigen an echten Syncotylen entsprechend herabgesetzt. Aber nur vorübergehend. In der Ernte von 1891 sind beide niedrig geworden, und von da an hat die Auslese mit geringen Schwankungen sowohl die Anzahl der Hemisyncotylen als auch jene der Syncotylen selbst allmählich erhöht. Für die letzte Ernte (1896) sind die Zahlen der Pflanze mit den meisten Hemisyncotylen angegeben. Die ganze Ernte hatte aber im Mittel 29 % Hemisyncotylen und 31 % Syncotylen.

Man gelangt also durch siebenjährige Auslese der an Hemisyncotylen reichsten Samenträger und der hemisyncotylen Keime zu keiner auch nur annähernd reinen hemisyncotylen Rasse. Trotz des unvermeidlichen Schwankens der Zahlen bleiben die Syncotylen vorhanden, und zwar in nicht geringerer Anzahl als der halbe Typus. Und bedenkt man, wie viele Grade der Synfise dieser letztere noch umfasst, gegenüber der einheitlichen Gruppe der echten Syncotylen, so fällt die Zahl der letzteren noch schwerer in's Gewicht.

Im Stammbaum auf S. 337 habe ich den ganzen Verlauf dieser Cultur übersichtlich zusammengestellt. Ich habe hier nur die Summen der Hemisyn- und Syncotylen berücksichtigt, da aber im Grossen und Ganzen stets etwa die Hälfte dieser Erbzahlen auf die Hemisyncotylen fiel, würde der Stammbaum für diese allein nicht wesentlich anders ausfallen, nur hätte man selbstverständlich die Procentzahlen am Kopfe der Tabelle zu halbiren. Diese Procentzahlen sind, wie üblich, die Mittel aus Gruppen, welche hier die Einzelwerthe zwischen 1—9, 10—19, 20—29, 30—39 u. s. w. umfassen. Die Zahlen, welche für die einzelnen Generationen angegeben sind, bedeuten die Anzahl

Hemisyncotyle Zuchtrasse.

Erbzahlen der für die Fortsetzung der Rasse ausgewählten Samenträger.

Aus der Ernte von	Procentischer Gehalt an			Grad der Synfise der Cotylen
	Hemi-syncotylen	Syn-cotylen	Summe	
1889	5	76	81	$^1/_2$
1890	40	36	76	$^1/_4$
1891	15	15	30	$^1/_2$
1892	20	20	40	$^1/_2$
1893	28	27	55	$^1/_2$
1894	31	55	86	$^1/_2$
1895	34	35	69	$^1/_2$
1896	37	30	67	—

der Individuen, deren Erbwerth zu der senkrecht oberhalb eingetragenen Gruppe gehörte. Die Ausbuchtungen der Bindezeichen weisen die ausgewählten Mütter der vorigen Generation an, und entsprechen somit den „Summen“ in der Tabelle auf dieser Seite.

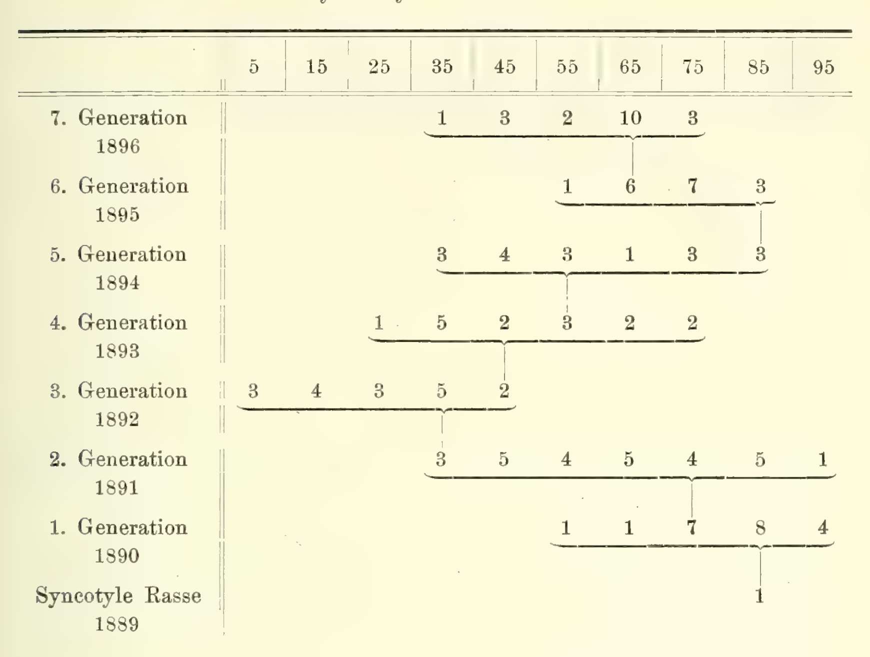
Als Hauptergebniss dieses Stammbaumes ersieht man sofort, dass die Auslese der Hemisyncotylen die Rasse weder nach der einen noch nach der anderen Seite züchtet. Die einzelnen Generationen schwanken, wenn man die Ernte von 1890 nicht mitrechnet, um einen Mittelwerth, der von 55 % nicht wesentlich abweicht, und also mit dem gewöhnlichen mittleren Gehalt der tricotylen Mittelrassen an Erben ausreichend übereinstimmt. Mit anderen Worten: die Wahl der Hemisyncotylen giebt eine syncotyle Rasse von etwa mittlerem Werthe. Und vergleicht man die einzelnen Generationen dieser Rasse mit der syncotylen Rasse (Tabelle S. 329), so

findet man fast stets ein Schwanken innerhalb bedeutend weiterer Grenzen.

Somit sind die Hemisyncotylen nur Minus-Varianten der syncotylen Rasse.

Hemisyncotyle Zuchtrasse.

Stammbaum über die Summen der hemisyncotylen und syncotylen Keime.



	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
7. Generation 1896				1	3	2	10	3		
6. Generation 1895						1	6	7	3	
5. Generation 1894				3	4	3	1	3	3	
4. Generation 1893			1	5	2	3	2	2		
3. Generation 1892	3	4	3	5	2					
2. Generation 1891				3	5	4	5	4	5	1
1. Generation 1890						1	1	7	8	4
Syncotyle Rasse 1889									1	

§ 29. Atavistische Zuchtrassen.

Obgleich die atavistischen Exemplare des *Helianthus annuus syncotyleus* völlig den normalen Keimlingen der gewöhnlichen Sonnenblumen gleichen, so bleiben sie doch der syncotylen Rasse angehörig und verlassen diese nicht. Sie sind in Bezug auf ihre sichtbaren Eigenschaften Aberranten, in Bezug auf ihre Nachkommenschaft aber einfach die extremen Minus-Varianten. Aber auch letzteres gilt nur im Mittel und nicht für die einzelnen Atavisten, deren Erbzahlen oft denen der besten syncotylen Erben ganz nahekommen, und wenigstens das Mittel der Rasse nicht selten überschreiten.

Wäre die Mittelrasse nicht rein, so würde man selbstverständlich

die entsprechende Halbrasse aus ihr noch isoliren können. Nachdem sie aber einmal durch Auslese gereinigt war, war solches nicht mehr möglich. Ebenso wenig, wie man durch Selection eine tricotyle Halbrasse in eine Mittelrasse umwandeln kann (vergl. *Amarantus* und *Scrophularia* S. 251 und 258), kann man auch eine syncotyle Mittelrasse zu einer Halbrasse umzüchten. Ich habe in den Jahren 1890, 1891, 1892 und 1894 umfangreiche Culturen von Atavisten, theils aus meiner syncotylen, theils aus meiner hemisyncotylen Zuchtrasse gemacht, und die Erbzahlen durch eine oder durch zwei Generationen bestimmt. Man erhält dann keine Curven mit einseitig verschobenem Gipfel, sondern im Gegentheil ganz flache, sich über die ganze Länge der Abscissenlinie erstreckende. So erhielt ich z. B. für ein Dutzend Atavisten aus den Samen des für die syncotyle Rasse auserwählten Samenträgers von 1890 die folgenden procentischen Anzahlen von Syncotylen:

19 48 54 56 62 68 69 73 80 84 88 96

Vergleicht man diese Reihe mit dem S. 329 gegebenen Stammbaum und namentlich mit den dort verzeichneten Zahlen für 1890 und die späteren Jahre, so fallen eigentlich nur die beiden ersteren Ziffern, 19 und 48 %, ausserhalb der Gruppe der Erbzahlen für die syncotylen Kinder der auserwählten Samenträger.

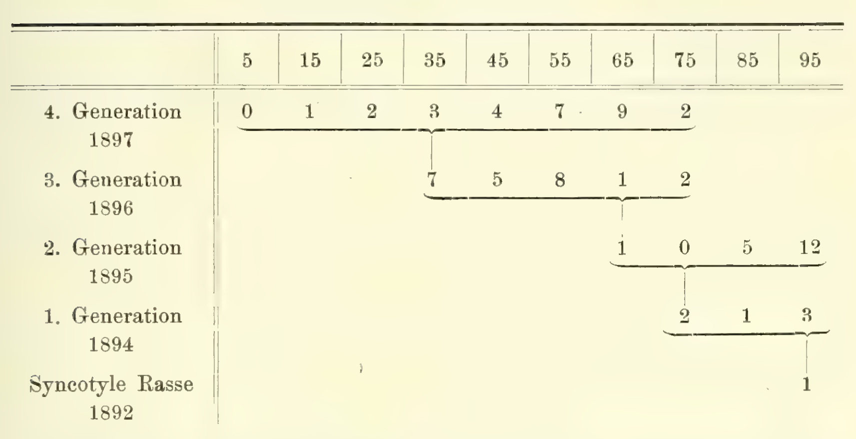
Eine durch mehrere Generationen fortgesetzte Auslese von Atavisten als Samenträger und eine Wahl unter ihnen von den Exemplaren mit dem geringsten procentischen Gehalt an Syncotylen führt selbstverständlich den Mittelwerth einer solchen Rasse abwärts, aber keineswegs so, dass man von einer Fortsetzung die Erzeugung einer Halbrasse würde erwarten können. Ich habe im Sommer 1894 einen solchen Versuch angefangen, und zwar aus den Samen der Ernte von 1892. Ich wählte ein Exemplar aus meiner syncotylen Rasse (S. 329), welches 92 % Erben und also nur 8 % Atavisten hatte, und pflanzte nur diese letzteren aus. Seitdem cultivirte ich die Rasse jährlich an einer isolirten Stelle, und pflanzte jedesmal nur Keimlinge von derjenigen Mutter aus, welche die meisten Atavisten unter ihren Kindern hatte. Unter diesen wählte ich dann wieder nur die reinen dicotylen Keimlinge.

Für jedes Exemplar ermittelte ich die Erbzahl, brachte diese dann aber in der üblichen Weise zu Gruppen zusammen. Am Kopfe des Stammbaumes S. 339 findet man die Mittelzahlen aus diesen Gruppen (5 = 1—9; 15 = 10—19 u. s. w.), und senkrecht unterhalb dieser Zahlen die entsprechenden Anzahlen von Individuen. Die Zahlen am Kopfe geben also den procentischen Gehalt an Syncotylen an; der

Stammbaum ist ohne Weiteres vergleichbar mit denen auf S. 329 und S. 337. Die Bindezeichen weisen für jeden Jahrgang die gewählte Mutter an.

Helianthus annuus hemisyncotylus.

Atavistische Zuchtrasse.



	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
4. Generation 1897	0	1	2	3	4	7	9	2		
3. Generation 1896				7	5	8	1	2		
2. Generation 1895							1	0	5	12
1. Generation 1894								2	1	3
Syncotyle Rasse 1892										1

Man sieht, dass die Minus-Selection richtig als Retour-Selection gewirkt hat. Die Extremen und das Mittel haben regelmässig abgenommen. Der Versuch entspricht genau dem Züchtungsversuche des Mais, der im ersten Bande auf S. 53 in Fig. 18 abgebildet wurde, mit der Ausnahme, dass die Abweichung vom Anfangswerthe hier in dem entgegengesetzten Sinne stattfand. Dagegen ist die Bedeutung des Stammbaumes hier eine ganz andere als diejenige der syncotylen Hauptrasse (S. 329). Dort fanden wir einen plötzlichen Uebergang von 19 % bis etwa 88 % in der ersten Generation, und seitdem ein Hin- und Herschwanken um den einmal erreichten Werth, hier aber einen regelmässigen Rückschritt, der den Mittelwerth von etwa 90 % auf etwa 50—55 % verlegt hat. Dieser Werth entspricht jenem einer selectionslosen Mittelrasse, namentlich bei den Tricotylen, und ist auch derjenige, der in der hemisyncotylen Cultur (S. 337) ungefähr erreicht wurde. Aber es unterliegt keinem Zweifel, dass bei weiterer Auslese in der Minus-Richtung der Gehalt meiner Rasse an Syncotylen noch über dieses Mittel hinunter gekommen sein würde.

Nach viermaliger Minus-Zuchtwahl enthält die Rasse noch Individuen mit 65—75 % syncotylen Erben, könnte also wohl in einer oder zwei Generationen auf den Höhepunkt der ursprünglichen Rasse zurückgeführt werden. Sie ist somit noch weit davon entfernt, einer Halbrasse auch nur ähnlich zu sein.

Wie weit die Auslese es im vorliegenden Falle im Laufe der Jahre würde bringen können, lässt sich selbstverständlich nur ableiten. Zur Fortsetzung des Versuches eignet sich aber die Sonnenblume nicht, weil die Gefahr zu gross wird, dass aus entfernten Gärten einzelne Pollenkörner der gewöhnlichen Sorte von Insecten übergebracht würden. Denn fast unvermeidlich würde dann die Selection die so entstandenen Keime auswählen und eine Halbrasse ergeben, welche dann aber kein Züchtungs-, sondern ein Kreuzungsprodukt sein würde. Und die künstliche Befruchtung stösst bei Sonnenblumen auf grosse Schwierigkeiten.

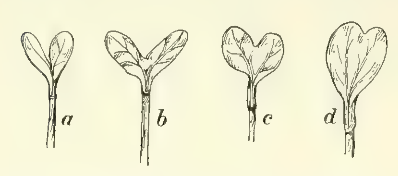


Fig. 65. *Helianthus annuus syncotyleus.* Hemisyncotyle Keimpflanzen in verschiedenen Graden der Verwachsung der Samenlappen. *a, b* geringe, *c, d* stärkere Synfise.

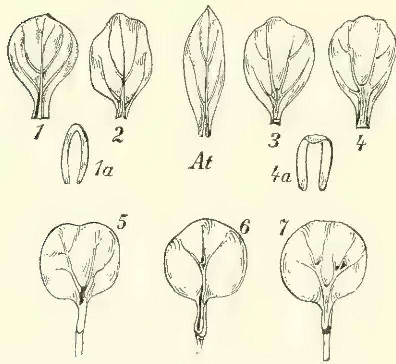


Fig. 66. *Helianthus annuus syncotyleus.* *1—7* Verwachsene Keimblätter je einer Pflanze. *At* ein atavistisches, normales Keimblatt. *1, 2* Einfach zusammengelegte Syncotylen, deren Querschnitt in *1 a* dargestellt ist. *3, 4* Doppelt gefaltete Syncotylen, dreigipfelig; Querschnitt in *4 a.* *5* Mit sehr geringer Ausbuchtung an der Spitze. *6, 7* Ohne Ausbuchtung, *6* einnervig, *7* zweinervig.

§ 30. Einfluss der Lebenslage auf die Erbzahlen.

Bei meinen Culturen habe ich die Pflanzen, nachdem sie beim Zählen der Keimlinge in den Keimschüsseln ausgewählt waren, einzeln in Töpfe mit stark gedüngter Erde versetzt, aus denen sie im Juni auf die Beete kamen. Hier standen die Pflanzen in Entfernungen von über $^1/_2$ Meter. Sobald sich Achselknospen zeigten, wurden diese ausgebrochen, indem nur das endständige Köpfchen zur Blüthe gelangen sollte. Die Befruchtung überliess ich den Insecten; ohne Kreuzung bilden meine Sonnenblumen keine Samen. War der Samen reif, so schnitt ich das ganze Köpfchen ab, um nachher die Samen zu entnehmen und zu reinigen.

Es fragt sich nun, ob diese Art der Cultur einen merklichen Einfluss auf den Gehalt an Syncotylen, d. h. also auf die Erbzahlen haben kann. Um diese Frage zu beantworten, habe ich in vielen Jahren Nebenculturen, am liebsten mit von der Hauptcultur nicht wesentlich abweichenden Keimen, angestellt. Diese haben aber fast stets nur

geringe Abweichungen gegeben, und wo sich ausnahmsweise grössere vorfanden, blieb deren Ursache zweifelhaft. Im Allgemeinen kann man behaupten, dass günstige Bedingungen die Erbzahlen etwas erhöhen, aber innerhalb der ziemlich engen Grenzen der Gartencultur unserer Pflanze nur in unbedeutendem Maasse.

Im Jahre 1892 und sonst erntete ich auch die Samen der Köpfchen der Seitenzweige; sowohl die Köpfchen wie die Früchtchen sind hier etwas kleiner als am Gipfel des Hauptstammes, und dementsprechend enthielten sie etwas weniger Syncotylen, aber nur im Ver-



Fig. 67. *Helianthus annuus syncotyleus.* Die ersten Blätter syncotyler Keimpflanzen. *A* Ein Blatt des ersten Paares dreigabelig, oberhalb des Syncotyls. *B* Zweigabeliges Blatt, dem Syncotyl entgegengesetzt. *C* Zweigabeliges Blatt oberhalb des ersten Blattwirtels.

hältniss von 87 : 80 % im Mittel für je etwa 12 Pflanzen. Erntet man die Samen einer einzelnen Inflorescenz in drei Abtheilungen, indem man die äusseren und inneren von dem mittleren Kreise trennt, so enthalten die ersteren häufig etwas mehr Syncotylen, denn in der Mitte des Köpfchens pflegen die Früchte schwächer zu sein. Ich habe dann von jeder dieser drei Gruppen die besten Keime blühen und Früchte tragen lassen, fand aber in ihren Erbzahlen den Unterschied nicht zurück. Eine bessere Cultur in der Jugend hat einen geringen Einfluss in positiver Richtung, wie es scheint; ein dichterer Stand im späteren Leben, ja sogar eine theilweise Entblätterung während

der Blüthe übten keinen merklichen Einfluss aus (1891). Sogar eine Cultur auf gutem Sandboden statt in Gartenerde änderte das Mittel der Erbzahlen nicht (1892).

Bisweilen fand ich auffallende Ausnahmen, so z. B. im Jahre 1891, als in meiner Hauptcultur drei Pflanzen kurze Zeit nach der Blüthe durch die Peziza erkrankten und abstarben, als erst ein Theil der Samen gereift war. Diese drei gaben dann die drei niedrigsten Erbzahlen der ganzen Gruppe (76, 84 und 85 %, sonst 86—99 %). Aber vielleicht waren es eben die schwächsten Exemplare, welche der Krankheit anheimfielen.



Fig. 68. *Helianthus annuus syncotyleus*. *A* und *B* Keimpflanzen, deren Plumula sich im Laufe mehrerer Wochen nicht entwickelt hat. Syncotyl abnormal vergrössert. *C* Amphisyncotyle oder bechercotyle Pflanze, gleichfalls mit misslungener Ausbildung des Stengels.

§ 31. Kreuzungsversuche.

Für Kreuzungsversuche ist *Helianthus annuus* leider sehr ungeeignet, d. h. für solche, bei denen es sich nicht um einzelne Samen, sondern um Ernten von wenigstens 100—200 Samen pro Köpfchen handelt. Da es aber keine in dieser Hinsicht besser ausgestattete syncotyle Mittelrasse giebt, so musste ich diese wohl nehmen. Glücklicher Weise giebt die Sonnenblume mit dem eigenen Blüthenstaub keine oder doch nur sehr wenige keimfähige Samen; die Früchte wachsen zwar sehr schön heran, und das Köpfchen sieht aus, als ob die Befruchtung völlig gelungen wäre; aber die Früchte sind im Innern leer.[1] Isolirte Pflanzen tragen, auch wenn sie von Hummeln befruchtet werden, meist keine Samen. Ebenso fand ich bei künstlicher Befruchtung meist nur leere Früchte, bisweilen einen Keim auf 6 Ccm. Samen. Ich habe meine Pflanzen in Pergaminbeuteln blühen lassen und sie so vor dem Besuch der Insecten geschützt. In diesen Beuteln sammelt sich der Pollen und kann herausgenommen werden, um mit einem Pinsel auf die Narben einer anderen Pflanze ausgestreut zu werden. Ich benutzte für jede einzelne Kreuzung einen besonderen Pinsel, der im Beutel aufbewahrt wurde, fand aber, dass die Bestäubung noch zweckmässiger

[1] Auch andere Compositen sind mit dem eigenen Blüthenstaub steril, so z. B. die cultivirte *Cineraria cruenta*, vergl. Irwin Lynch in *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. XXIV. April 1900. p. 270.

sich mit der Hand ausführen lässt; die Menge des Blüthenstaubes ist dazu ausreichend gross. Es wurden jedesmal zwei Individuen für gegenseitige Kreuzung bestimmt und dazu mit einer entsprechenden Nummer belegt; nie erhielt eine Pflanze Staub von mehr als einem anderen Individuum, auch wenn das künstliche Ueberbringen an vielen Tagen hinter einander zu geschehen hatte.

Für die Kreuzung mit meiner Rasse wählte ich *Helianthus annuus giganteus*. Die Pflanzen wuchsen bis über 2 Meter Höhe, während meine Rasse nur 1·5 Meter erreicht. Die Köpfchen des *giganteus* sind bedeutend grösser und fangen etwas später zu blühen an, wodurch die ersten Individuen meiner Rasse und die spätesten des *giganteus* für die Kreuzung verloren gehen. Die Früchte sind dunkler schwarz und mehr glänzend als bei meiner Sorte.

Die Kreuzung fand im Sommer 1897 statt. Zur Beurtheilung des *H. annuus giganteus* befruchtete ich einige Exemplare untereinander; sie gaben auf 380 Keimpflanzen nur einen Syncotylen. Die übrigen Exemplare des Beetes wurden jedes mit einem besonderen Individuum meiner Rasse gekreuzt; diese waren syncotyle Kinder einer Mutter mit 84 $^0/_0$ Erben. Auch von ihnen habe ich einige zur Controle rein befruchtet und erhielt Erbzahlen von 70—86 $^0/_0$. Die Kreuzung fand immer in der Weise zwischen zwei Köpfchen statt, dass der Pollen von dem einen auf die Narben des anderen gebracht wurde und umgekehrt. Es wurde also jedesmal eine Pflanze meiner Rasse mit dem *H. giganteus* und ein *giganteus* mit der syncotylen Mittelrasse befruchtet. Der Erfolg der Kreuzung war meist ein genügender, obgleich auch hier viel taube Körner zwischen den guten lagen. Im Mittel erhielt ich sowohl auf der neuen als auf der alten Sorte etwa 150 Keimlinge pro Köpfchen.

Die mit der Halbrasse befruchteten syncotylen Mütter gaben 8 Erbzahlen, welche zwischen 9 und 17 $^0/_0$ lagen, und einzelne höhere, bei denen aber die Mitwirkung von nichtgekreuzten Samen zu befürchten war. Jedenfalls waren aber die Erbzahlen durch die Kreuzung ganz auffallend herabgesetzt. Die Pflanzen der Halbrasse gaben bei der Befruchtung mit der Mittelrasse Erbzahlen von 0—1, in einem Falle auf 190 Keimen von 2 $^0/_0$. Das Ergebniss stimmte also völlig mit demjenigen der tricotylen Kreuzungsversuche überein. Es ist anzunehmen, dass auf vielen Köpfchen zwischen den gekreuzten Keimen auch einzelne selbstbefruchtete vorkamen, aber auf das Hauptresultat hat dieses offenbar keinen Einfluss; ebenso wenig aber auf den weiteren Verlauf des Versuches, da sie von selbst durch die Selection eliminirt werden.

Für diese Fortsetzung habe ich nur Keime gewählt, welche den *giganteus,* also die Halbrasse, zur Mutter hatten. Es wurden alle erhältlichen syncotylen Keime ausgepflanzt, und da diese nur 13 Pflanzen lieferten, daneben noch 27 dicotyle Keimlinge, und zwar von drei Müttern mit 0, 1 und 2 % Syncotylen. Die Cultur und die Ernte fanden in derselben Weise statt wie sonst. Die Erbzahlen schwankten für die Syncotylen von 1—45 %, für die Dicotylen von 1—28 %, wichen aber sonst nicht wesentlich von einander ab (Mittel etwa 15 und 10 %) und werden deshalb in der Tabelle als einheitliche Reihe aufgeführt.

Im nächsten Jahre (1899) wurden nur syncotyle Keimpflanzen ausgepflanzt, und zwar ausschliesslich von derjenigen Mutter, welche deren die meisten (45 %) gehabt hatte. Nach den Erfahrungen bei den Tricotylen war die Erwartung berechtigt, dass sich hieraus die syncotyle Mittelrasse wieder würde erreichen lassen, wenn auch diese Mutter wegen des Mangels an Selbstbefruchtung in 1898 theilweise unrein befruchtet sein könnte und somit das Vorkommen von Bastarden unter ihren Kindern in 1899 zu erwarten war. Die im Frühling 1900 ermittelten Erbzahlen bestätigten dieses Ergebniss, denn sie zeigten, dass von den 48 Samenträgern die Hälfte Erbzahlen aufwies, welche als zu der Mittelrasse gehörig angesehen werden können, während daneben doch auch noch bis etwa 5 % herabsteigende Bastardzahlen gefunden wurden.

Ich stelle jetzt den Verlauf des Versuches in einer Tabelle zusammen. Am Kopfe der Spalten stehen die procentischen Erbzahlen, und darunter die Anzahlen der Individuen, welche diese aufwiesen. M und V sind Mutter und Vater der Kreuzung, S die unmittelbar daraus entstandenen Samen, theils (16 Ind. mit etwa 1 %) M × V, theils aus der reciproken Kreuzung hervorgegangen. Mit einem Sternchen ist die jedesmalige Mutter für die nächste Generation ausgezeichnet worden.

Kreuzung von Helianthus annuus syncotyleus mit Helianthus annuus giganteus.

	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
×	M																	V
S	16*	0	4	4														
1. Generation	2	8	14	3	5	0	1	2	0	1*								
2. „	0	1	2	4	7	2	7	6	4	3	5	1	2	1	1	1	1	—

Die Tabelle zeigt, dass sich die syncotyle Mittelrasse der Sonnenblume, bei der Kreuzung mit einer syncotylen Halbrasse, genau so verhält wie bei den entsprechenden Kreuzungen die tricotylen Rassen. Die ganze Versuchsreihe mit *Helianthus* kann als eine Bestätigung und Erweiterung der Versuche mit den Tricotylen betrachtet werden. Andererseits eröffnet die Uebereinstimmung dieser einander in morphologischer Hinsicht gerade entgegengesetzten Anomalien die Aussicht, dass auch andere Anomalien, wie z. B. Fasciation und Zwangsdrehung, sich bei Kreuzungen in derselben Weise verhalten werden.

Es erübrigt also nur noch zu zeigen, dass die in § 24 auf S. 309 in Anwendung gebrachte Methode auch hier lehrt, dass die Zusammensetzung der zweiten Generation (d. h. also der Samen der ersten Generation) diejenige ist, welche sich nach dem MENDEL'schen Spaltungsgesetze berechnen lässt. Wir haben dazu die folgende Berechnung:

25 % Ex. der Halbrasse mit 0—1 %,
50 „ Bastarde mit 1—2 %,
25 „ Ex. der Mittelrasse mit im Mittel 50 %
(Mütter des Versuches 70—86 %).

Hieraus findet man für den mittleren Gehalt an Syncotylen in der zweiten Generation (Samen der ersten Generation):

Berechnet	Gefunden
13·75 %	15 % aus Samen syncotyler Mütter
	10 „ „ „ dicotyler „

Für die Mittelrasse wird eine mittlere Erbzahl von 50 % dieser Berechnung zu Grunde gelegt. Man kann auch die Erbzahlen der Mütter, 70—86 %, im Mittel 78 %, unter Berücksichtigung des Regressionsgesetzes wählen oder $\frac{1}{3}$ (78—50) + 50 = 59 %, und erhält dann etwa 16 %, eine Zahl, welche noch keine Abweichung vom gefundenen Werthe erkennen lässt.

Die Kreuzung von Halb- und Mittelrassen fügt sich somit auch bei Syncotylen den MENDEL'schen Gesetzen.

VI. Kreuzungen stark variabler Eigenschaften.

§ 32. Kreuzungen von Halb- und Mittelrassen.

Im letzten Abschnitt des ersten Bandes haben wir unter den Gartenvarietäten den Unterschied zwischen den constanten und den stark variablen Formen hervorgehoben. Die ersteren, zu denen viele bekannte, durch Verlust oder Latenz einer Eigenschaft entstandene Sorten uns Beispiele lieferten, variiren in der Regel nicht stärker als die typischen Arten, und sind von diesen durch eine deutliche Kluft getrennt. Von den stark variablen Formen haben wir mehrere als Mittelrassen kennen gelernt, d. h. als solche, in denen zwei antagonistische Eigenschaften derart verbunden sind, dass je nach der Lebenslage das eine Mal die eine und das andere Mal die andere in den Vordergrund tritt. Dieser Wechselwirkung zweier sich gegenseitig verdrängender elementarer Eigenschaften verdanken solche Rassen einen Abänderungsspielraum, der weit über Alles hinausgeht, was man bei den sogenannten constanten Typen beobachtet.

Kommt neben der Mittelrasse auch eine Halbrasse vor, so findet nicht selten ein Ueberschreiten der Grenzen beim Variiren statt. In der Mittelrasse und der entsprechenden Halbrasse sind die elementaren Eigenschaften dieselben, nur in verschiedener Weise verbunden. Das *Trifolium pratense quinquefolium* pflegt reich an vier- bis siebenscheibigen Blättern zu sein, in der entsprechenden Halbrasse sind diese aber äusserst selten, die Blätter gewöhnlich nahezu alle dreizählig. Sowohl dreischeibige wie vierscheibige Blätter kommen somit bei beiden Rassen vor. Hat man ein einziges solches Blatt von einer zufällig gefundenen Pflanze gepflückt, so lässt sich an dem Blatte nicht mehr entscheiden, ob es von der einen oder von der anderen Rasse herrührt. Dasselbe gilt offenbar von solchen Individuen, welche an vier- bis fünfzähligen Blättern arm sind; nur aus ihrer Herkunft oder aus ihrer Nachkommenschaft lässt sich ihre Rasse ermitteln. Die individuellen Eigenschaften lassen uns in solchen Fällen völlig im Stich.

Erschwert dieses Ueberschreiten der Rassengrenzen, diese sogenannte transgressive Variabilität, das Studium der reinen Rassen in hohem Maasse, noch mehr wird solches offenbar auf dem Gebiete der Bastardlehre der Fall sein. Die MENDEL'schen Bastarde, welche wir im zweiten Kapitel dieses Abschnittes vorgeführt haben, zeichnen sich gerade dadurch aus, dass die beiden elterlichen Typen, wo sie sich in den Bastarden zeigen, klar und deutlich auftreten. Fast bei

keinem Individuum braucht man im Zweifel zu sein, ob es den dominirenden oder den recessiven Charakter zur Schau trägt.

Ganz anders verhält sich die Sache, wo es sich um Kreuzungen von Mittelrassen, oder im Allgemeinen von Rassen mit grosser Variabilität handelt. Ueber die extremen Individuen braucht häufig kein Zweifel zu bestehen, wie beim erwähnten Rothklee, bei gestreiften Blumen, beim vielköpfigen Mohn u. s. w. Die Zwischenformen aber gehören theilweise der einen, theilweise der anderen Rasse an, ohne dass es möglich wäre, nach ihrem Aeusseren darüber zu entscheiden. Und in den Beispielen der tricotylen und syncotylen Rassen haben wir gesehen, dass sämmtliche Typen sowohl in der Halbrasse wie auch in der Mittelrasse vorkommen können, dass also die Cotylen keines einzigen Individuums Aufschluss über die Rasse geben.

In Bastardirungsversuchen fällt das Hülfsmittel, das uns sonst die Herkunft bietet, offenbar weg. Denn hier haben wir Individuen von gleicher Abstammung zu sortiren, sei es aus derselben Kreuzung, sei es als Kinder desselben Bastardes, wenn es sich um die späteren Generationen handelt. An die Stelle der Beurtheilung einer Bastardpflanze nach ihren sichtbaren Merkmalen tritt also hier die viel umständlichere Beurtheilung nach der procentischen Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft. Aber auch diese variirt, und zwar mit grosser Amplitude, wenn sie rein ist, und transgressiv, wenn sie gemischt ist. Scharfe Zahlen haben wir also auch hier nicht zu erwarten.

Zu diesen Schwierigkeiten der experimentellen Behandlung kommen nun noch weitere. Die procentische Zusammensetzung der Nachkommenschaft, diese sogenannte Erbzahl, lässt sich in keinem anderen Falle in so ausgedehnter Weise ermitteln wie bei den Keimesvariationen. Wo man, wie z. B. bei den Zuckererbsen, die trockenen Samen bereits beurtheilen kann, oder wo man, wie bei den Tricotylen, die Keimpflänzchen beim Entfalten der Samenlappen abzuzählen in der Lage ist, lassen sich für zahlreiche Individuen die Erbzahlen feststellen. Wenn es sich aber um Merkmale der entfalteten Pflanze handelt, wie bei Zwangsdrehungen oder wie bei Blüthenvariationen, werden die Ansprüche weit grösser. In einer Keimschüssel von 2—4 Qdcm. Oberfläche sind 300 Keimlinge bequem zu cultiviren und zu zählen, und die Arbeit kann im Winter oder früh im Frühjahr ausgeführt werden. Dreihundert Pflanzen von *Oenothera* oder *Papaver* erfordern aber, um in voller Blüthe beurtheilt zu werden, mehr als 6 Qm. Oberfläche im Garten und grosse Sorgfalt während des halben Sommers. Die zwangsgedrehte Rasse des *Dipsacus* erfordert

sogar etwa 1 Qm. für jede zehn Pflanzen und oft eine zweijährige Cultur. Es wäre daher ein grossartiges Unternehmen, die Spaltungsgesetze für solche *Dipsacus*-Bastarde feststellen zu wollen.[1]

Auf dem Gebiete der stark variablen Eigenschaften wird man sich also, wenigstens vorläufig, meist mit weniger genauen und weniger schlagenden Versuchen zufrieden stellen müssen, als bei den typischen Bastardspaltungen. Und je nach der Wahl der Eigenschaft und nach dem Grade der transgressiven Variabilität fällt dabei die Arbeit in Bezug auf Ansprüche und auf Beweiskraft verschieden aus.

Glücklicher Weise handelt es sich aber nicht mehr darum, die Spaltungsgesetze zu entdecken, sondern nur um den Nachweis ihrer Gültigkeit auch in diesen schwierigeren Fällen. Zu diesem Zwecke ist ein geringerer Umfang der Versuche oft ausreichend, sei es, dass man aus Culturen von weniger als 300 Pflanzen etwas ungenauere Zahlen ableitet, sei es, dass man die Anzahl der Generationen beschränkt. Und endlich ist es offenbar besser, von anscheinend abweichenden Eigenschaften wenigstens eine Bastardgeneration zu beobachten, um zu sehen, ob diese sich ähnlich verhält wie die übrigen Versuche, als die Kreuzung völlig zu unterlassen, weil es vorläufig noch nicht möglich ist, sie in dem ganzen erforderlichen Umfang auszuführen.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend habe ich eine Reihe stark variabler Eigenschaften auf ihr Verhalten beim Bastardiren geprüft. Das Ergebniss werde ich in diesem und dem nächsten Paragraphen beschreiben; es wird sich zeigen, dass trotz der namhaft gemachten Schwierigkeiten die Gültigkeit der MENDEL'schen Spaltungsgesetze sich nachweisen lässt, sei es auch oft mit geringerer Genauigkeit und Ausführlichkeit.

Um die Bedeutung der transgressiven Variabilität bei der Durchführung dieser Versuche möglichst klar zu machen, und somit das Verständniss der Einzelfälle zu erleichtern, sei es mir gestattet, hier zunächst einen rein schematischen Fall vorzuführen. Ich knüpfe dabei an die im ersten Bande gegebenen Variationscurven von *Chrysanthemum segetum* an, und vereinige die Curven der beiden reinen Rassen von S. 529 (Bd. I) mit der Curve der durch vermischtes Leben dieser Rassen im Laufe der Jahre entstandenen Mischrasse auf S. 527. Die Curven sind so berechnet, dass die letztere ($C\,C_1$ in Fig. 69) die

[1] LE MONNIER hat durch Kreuzung von *Dipsacus sylvestris torsus* mit *D. laciniatus* die Zwangsdrehung des ersteren auf den letzteren übertragen. Vergl. *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. XXIV. 1900. S. 70.

gleiche Anzahl von Individuen umfasst wie die beiden ersteren zusammen (*A* und *B*).

Wie im ersten Bande (S. 534) bereits bemerkt wurde, ist die gemischte Saat keineswegs eine einfache Vermengung der Samen oder Individuen der beiden reinen Rassen. Denn die Curve $C C_1$ ist nicht die Summe von *A* und *B*. Es kommen viel mehr Individuen mit mittleren Eigenschaften vor als dieser Summe entsprechen würde. Diese bilden sogar genau in der Mitte zwischen den beiden Hauptgipfeln der Figur (auf 13 und auf 21 Strahlenblüthen) einen Nebengipfel auf 17 Strahlen, und es würde vielleicht zur Erklärung der

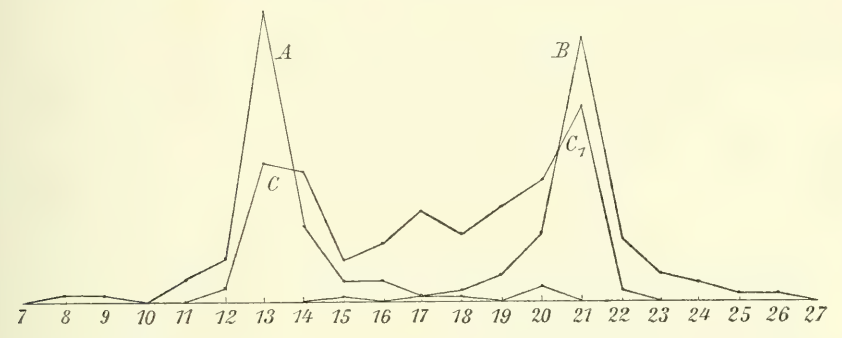


Fig. 69. *Chrysanthemum segetum.* Curven der Strahlenblüthen in den primären Köpfchen. *A* Curve der 13-strahligen Rasse. *B* Curve der 21-strahligen Rasse. $C C_1$ Curve der gemischten Saat. Vergl. Bd. I, S. 527 und 529. Die dort gegebenen Zahlen sind hier in Procenten umgerechnet; die Summe dieser Procentzahlen ist für *A* und *B* auf je 100, für $C C_1$ aber auf 200 gestellt. Die Curve $C C_1$ umfasst also ebenso viele Individuen wie die Curven *A* und *B* zusammen. Man sieht sofort, dass die gemischte Saat viel mehr Individuen mit mittleren Anzahlen von Strahlenblüthen enthält als die Summe der beiden reinen Rassen. Diese müssen also als Bastarde betrachtet werden.

Curven der gemischten Saaten ausreichen, anzunehmen, dass eine dritte Gruppe, mit einem mittleren Werthe von 17,[1] zu den beiden anderen hinzugekommen wäre.

Diese Individuen mit mittleren Eigenschaften können offenbar nichts anderes sein als Bastarde, und wir wollen sie, zum Zwecke unserer schematischen Darstellung der einschlägigen Verhältnisse, als solche betrachten. Wählen wir nun in der gemischten Saat eine Pflanze mit 17 Zungenblüthen im Endköpfchen. Die Curvenfigur zeigt sofort, dass auf der Ordinate 17 dreierlei verschiedene Pflanzen vorkommen; einige gehören der 13-strahligen Rasse an, andere der

---

[1] Oder etwa 18 = 13 + 5, als Nebenzahl der Braun'schen Reihe.

21-strahligen; weitaus die meisten aber sind Bastarde. Dieselbe Betrachtung lässt sich auf die übrigen Ordinaten anwenden, von 12 bis 22 Zungenblüthen, also beiderseits über die Mittelzahlen der reinen Rassen hinaus. Und wenn nicht etwa hundert, sondern einige Tausende von Exemplaren der gemischten Saat gezählt wären, so würde sich ihre Curve offenbar beiderseits noch weiter erstrecken.

Man sieht jetzt sofort, dass die Zahl der Zungenblüthen im Endköpfchen für kein einzelnes Individuum der gemischten Saat uns lehrt, ob es ein Bastard ist oder einer der beiden reinen Rassen angehört.[1] Um die Ordinate 17 herum ist die Wahrscheinlichkeit eine grössere für die Bastardnatur; ausserhalb der Ordinaten 13 und 21 aber für die Reinheit der Rasse. Aber dieses hilft uns bei der Analyse der Mischung offenbar sehr wenig.

Nehmen wir an, die Curve $C C_1$ entspräche der ersten Generation nach einer künstlichen Kreuzung, oder dem bei Selbstbefruchtung aus einer solchen entstandenen zweiten Geschlechte. Im letzteren Falle würde sie eine Trennung in drei Typen, diejenigen der beiden Stammeltern und des Bastards, anzeigen, genau so wie bei den Monohybriden in den typischen MENDEL'schen Versuchen. Aber offenbar würde man das Zahlenverhältniss dieser drei Gruppen, oder auch die Procentzahl für eine von ihnen nicht ablesen können.[2]

Die Sache verhält sich offenbar genau so wie bei der Tricotylie und der Syncotylie, mit zwei wichtigen Ausnahmen. Die erstere ist, dass dort die Nachkommen aus reinen Kreuzungen studirt wurden, während hier die Nachkommen der Bastarde und diejenigen der reinen Rassen gemischt zur Beobachtung gelangten. Die zweite aber ist, dass der dritte Curvengipfel hier in der Mitte auftritt, bei den Tri- und Syncotylen aber dem der Halbrasse viel näher liegt. Hauptsache war mir aber die Klarlegung der Art und Weise, in der die transgressive Variabilität die Unterscheidung der einzelnen Typen unter den Nachkommen der Bastarde erschwert.

Gemischte Saaten von einer Zusammensetzung, welche der Fig. 69 (S. 349) entspricht, findet man unter den Gartenvarietäten gar häufig. Erstens wurden ja aus solchen Mischungen meine tricotylen und syncotylen Mittelrassen isolirt. Dann beobachtet man häufig, dass eine Eigenschaft, statt nach dem QUETELET'schen Gesetze, um einen

[1] Die Ermittelung der Anzahl der Zungenblüthen in den späteren Köpfchen bestätigt dieses, wie z. B. die Bd. I S. 532 angeführten Zahlenreihen lehren.

[2] Unter gewissen Annahmen ist allerdings eine Analyse oft wohl durchführbar.

Mittelwerth zu variiren, zwischen zwei stark hervortretenden Extremen oscillirt. Solches ist z. B. sehr häufig mit den Herzflecken, d. h. den dunklen Flecken am Grunde der Blumenblätter der Fall, welche gut ausgebildet sein oder ganz fehlen können, aber ganz gewöhnlich dazwischen continuirliche Uebergänge zeigen (*Nicandra physaloides, Madia elegans, Calliopsis Drummondi* u. s. w.). Sie sind durch Selection oft nur schwierig zu trennen; es kommen aber bei manchen Arten (z. B. *Papaver bracteatum*) constante Varietäten mit und solche ohne Herzflecken vor. Diese Zeichnungen sind von äusseren Einflüssen in hohem Grade abhängig und oft im Herbste schwächer ausgebildet als im Sommer. Auch bei den fistulösen Varietäten von Compositen fand ich nicht selten solche Uebergangsreihen zu der normalen Form, oft durch ihr partielles Variiren ausgezeichnet (*Calliopsis tinctoria, Chrysanthemum segetum* u. s. w., vergl. unten Fig. 75—77).

Wir folgern also:

1. Oft sind die Grenzen einer stark variablen Rasse so unscharfe, dass sich in Bastardculturen Procentzahlen nur mit beschränkter Genauigkeit erhalten lassen.

2. Ist der Bastard in solchen Fällen nicht völlig einseitig, und also nicht einem der beiden elterlichen Typen dem Aeusseren nach gleich, sondern goneoklin oder intermediär (S. 18), so werden dadurch die Grenzen noch mehr verwischt, und wird die Aussicht auf genaue Erbzahlen eine noch geringere.

3. Durch diese Verhältnisse wird die Möglichkeit eines vollständigen Nachweises der Gültigkeit der MENDEL'schen Spaltungsgesetze oft in hohem Maasse eingeschränkt.

Die jetzt folgenden Versuche sollen zeigen, in wie weit bisher dieser Nachweis in den einzelnen Fällen gelungen ist.

Antirrhinum majus. Gestreifte Blüthen. Im ersten Band S. 494—505 habe ich die Erblichkeitsverhältnisse des gestreiften Löwenmauls ausführlich dargelegt. Die rothen Längsstreifen der Blüthen (Bd. I, Tafel 7) variiren nicht nur in ihrer Anzahl und ihrer Breite, sondern daneben bringt die Rasse alljährlich rein rothe Blumen, oder rothblühende Zweige, oder ungestreifte rothe Individuen hervor. Diese treten nicht völlig aus der Rasse heraus, denn bei Selbstbefruchtung bilden sie zum Theil wiederum gestreifte Nachkommen.

Kreuzt man nun eine gestreifte Varietät mit einer einfarbig rothen, so werden die rothblühenden Individuen unter den Bastarden bezw. ihren Nachkommen theilweise der gestreiften Sorte angehören, und es wird also eine scharfe Trennung nicht zu erwarten sein.

Abgesehen davon ergeben aber die Kreuzungen Resultate, welche den mit einfarbigen Sorten erhaltenen durchaus entsprechen (vergl. oben § 14, S. 196).

Für meine Versuche wählte ich die *Varietas lutea rubro-striata,* welche im ersten Bande auf Tafel 7 abgebildet ist, und kreuzte sie mit der *Varietas alba.* Die Verbindung ist wegen der gelben Grundfarbe der ersten Sorte eine polyhybride; und auch die rothe Farbe der Streifen selbst kann in Componenten zerlegt werden (*Delila* und *Fleischfarbig*), was also bei den hier vorzuführenden Versuchen genau in derselben Weise zu erwarten ist, wie in den früheren. Auf das Verhalten der gelben Farbe werde ich der Einfachheit halber hier nicht weiter eingehen; sie ist nicht gestreift und bildet nur eine Grundlage für die Streifung, welche Grundlage auch fehlen kann (z. B. in der *Varietas alba rubro-striata*).

Man kann aus der gestreiften Rasse einerseits gestreifte, andererseits rothe Individuen für die Kreuzung wählen. Die letztgenannte Kreuzung führte ich im Jahre 1896, die erstgenannte im Sommer 1897 aus, indem jedesmal der Staub des betreffenden Individuums auf die Narbe eines Exemplares der weissblühenden Varietät gebracht wurde. Die Kreuzung von 1896 (Weiss × Roth) gab 184 Kinder, von denen 47 oder 26 % gestreifte Blüthen hatten, während die übrigen einfarbig roth blühten. Ich habe vom Vater auch die Samen geerntet und untersucht und erhielt dabei 16 % gestreifte Nachkommen.

Die andere Kreuzung (1897, Weiss × Gestreift) gab auf 228 blühenden Exemplaren 7 rothe oder 3 %, also etwa eben so viel als nach den Erbzahlen bei Selbstbefruchtung der gestreiften Pflanzen zu erwarten war. In beiden Versuchen war das Weiss dem Roth und den rothen Streifen gegenüber recessiv.

In diesem zweiten Versuche befruchtete ich einige gestreifte Exemplare der Bastarde erster Generation mit ihrem eigenen Blüthenstaub und säte die Samen im Jahre 1899. Es blühten 125 Pflanzen; von diesen waren

gestreift	67 %,
einfarbig roth	2 %,
blass, ohne Streifen	31 %.

Die Zahlen genügen, in Anbetracht des geringen Versuchsumfanges, den Anforderungen des Spaltungsgesetzes, welches 25 % ungestreifte Pflanzen würde erwarten lassen. Da die rothe Farbe, wie früher gezeigt wurde (§ 14, S. 196), aus zwei Componenten besteht: *„Delila“* (mit rothem Saum und weisser Röhre) und *„Fleischfarbig“*,

fanden sich unter den ungestreiften auch diese beiden vertreten. Als ich sie nach Selbstbefruchtung auf ihre Nachkommenschaft prüfte, kehrte die Streifung nicht zurück und verhielten sie sich in Bezug auf ihre Farbe in derselben Weise als in dem oben beschriebenen Versuch (§ 14). Soweit untersucht, blieben die Exemplare mit *Delila*-Zeichnung auf gelber Röhre in ihren Nachkommen (39 Ex.) constant, ebenso einige rothe (mit 12 Ex.). Andere rothe Mütter spalteten sich dagegen, indem einige neben rothen auch fleischfarbige, andere neben rothen auch *Delila*-Pflanzen hervorbrachten, und zwar in dem Spaltungsgesetze entsprechenden Verhältnissen:

1. Gruppe: 82 Kinder von rothen Müttern gaben 77 % roth und 23 % *Fleischfarbig.*
2. Gruppe: 32 „ „ „ „ „ 84 „ „ „ 16 „ *Delila.*

In beiden Fällen ist offenbar die in der Minderzahl der Individuen allein sichtbare Componente auch in den übrigen vorhanden und somit constant, und ist die Spaltung eine monohybride, bei welcher in der ersten Gruppe das *Delila*-Merkmal in 23 % der Individuen, in der zweiten aber die Fleischfarbe in 16 % latent wird.

Es waren in meinem Versuch auch einige Exemplare aufgetreten, welche der schönen Varietät „*Brillant*“ angehörten, da sie auf gelber Grundlage die *Delila*-Zeichnung führten. Von ihnen wurden vier Exemplare mit sich selbst befruchtet und die Kinder zeigten eine Spaltung, indem unter 163 blühenden Pflanzen in 40 (oder 25 %) die *Delila*-Zeichnung fehlte. Diese waren rein gelb. Die Zahlen entsprechen wiederum dem Spaltungsgesetze.

Aus den mitgetheilten, leider noch wenig umfangreichen Versuchen ist zu folgern, dass sowohl die Streifung selbst, als die in den rothen Streifen verbundenen Farbcomponenten bei Kreuzungen den MENDEL'schen Gesetzen folgen.

Aehnlich verhält es sich mit gestreiften Blüthen auch in anderen Fällen. So giebt es z. B. von *Papaver nudicaule* eine Varietät, welche auf leuchtend gelbem Grunde orangefarbige Längsstreifen verschiedener Breite führt. Diese Varietät bringt bei Selbstbefruchtung einerseits fast gelbe, nahezu unmerklich gestreifte, und andererseits rein orangene Blüthen hervor. Und denselben Farbenreichthum zeigten die Bastarde, als ich die gestreifte mit der reinen gelben Sorte gekreuzt hatte. Ich erhielt von 285 Bastarden 67 % gestreifte, unter denen einige fast rein gelb waren, und 33 % einfarbig orangene Individuen.

Auch wenn die Farbenstreifungen auf Früchten vorkommen, verhalten sie sich ähnlich, wenigstens beim Mais, von welchem ich die Varietät „*Harlekin*“, mit rothen Streifen auf den sonst gelben Körnern,

prüfte. Die Sorte variirt wiederum in derselben Weise, fast rein gelbe und einfarbig dunkelrothe Kolben bilden die Grenzen des Abänderungsspielraumes. In einer Cultur dieser Sorte erhielt ich bei Selbstbefruchtung 70 % gestreifte, 9 % rothe und 18 % fast gelbe Kolben, bei Aussaat von gestreiften Kolben im nächsten Jahre 45 % gestreifte, 27 % rothe und ebenso viele fast gelbe Kolben. (Von jeder Pflanze wurde nur ein Kolben berücksichtigt.) Nach Kreuzung mit einer rein weissfruchtigen Sorte erhielt ich von den Bastarden erster Generation 28 % gestreifte, 15 % rothe und 57 % weisslich-gelbe Kolben. Ob diese letzteren dem *Harlekin* oder dem anderen elterlichen Typus angehörten, war nicht zu entscheiden; aber aus ihren Samen gingen, nach Selbstbefruchtung, im nächsten Jahre wiederum einige rothgestreifte Individuen hervor (6—27 %). Die gestreiften Bastarde gaben nach Selbstbefruchtung zur Hälfte Kinder mit gestreiften, zur Hälfte solche mit ungestreiften Kolben.

Obgleich aus den angeführten Zahlen wegen der starken Variabilität der Streifung nichts Genaueres abzuleiten ist, so steht doch so viel fest, dass die Streifung auch hier ein dominirendes Merkmal ist. Wahrscheinlich spalten sich die Bastarde in der zweiten Generation, und würde man aus ihnen die beiden elterlichen Typen wiederum rein isoliren können.

Trifolium pratense quinquefolium. Mein fünfblätteriger Klee blüht roth, und wurde zwei Mal mit einer weissen Sorte gekreuzt. Im Jahre 1896 mit der weissen Varietät des gewöhnlichen oder Brabanter Klees; im Sommer 1895 mit der grossblätterigen amerikanischen weissblühenden Form. Die Kreuzung ist sehr leicht auszuführen, da isolirte Kleepflanzen auch bei reichlichem Insectenbesuch keine Samen bilden. Man setzt also ein einziges Exemplar der weissen Sorte in die Nähe eines rothblühenden Beetes. Alle Früchte, die es ausbildet, sind dann von letzterem befruchtet worden, und dass dem so ist, zeigt das nächste Jahr, indem aus allen Samen der weissen Pflanze rothblühende Kinder aufgehen.

Von den genannten Kreuzungen hatte ich 234 bezw. 104 Bastarde der ersten Generation in Blüthe; alle Blüthen waren roth. Beide Culturen waren ziemlich reich an vier- bis fünfscheibigen Blättern; in der grösseren Cultur zählte ich die Pflanzen und fand 172 Exemplare mit wenigstens einem vierzähligen Blatte und 64 mit ausschliesslich dreizähligen. Die Zählung wurde bei voller Blüthe Mitte August vorgenommen; es mag aber unter den damals bereits verdorrten Blättern noch ziemlich viele vierzählige gegeben haben. Die Bastarde

verhalten sich somit ähnlich wie bei den Tricotylen, sie sind nicht einseitig dreizählig, sondern zeigen die Anomalie in geringem Grade ausgebildet.

Aus den Samen der Bastarde des Amerikanischen und des fünfblätterigen Klees hatte ich, nach gegenseitiger Befruchtung auf einem isolirten Beete, im Sommer 1897 die zweite Generation. Hier ergab sich eine bedeutende Schwierigkeit. Aller Analogie nach müssen die dreizähligen Blätter über die fünfzähligen dominiren, und sie thaten solches in der ersten Generation auch ganz deutlich. Wenn es aber auf's Zählen ankommt, so wird die Sache eine andere. Es lässt sich ermitteln, wie viele Pflanzen ohne und wie viele mit vierzähligen Blättern es giebt. Die erstere Gruppe enthält die recessiven Individuen mit einigen Bastarden, die andere die meisten Bastarde und die dominirenden Exemplare. Genauere Grenzen lassen sich nicht feststellen, und so wird im Ergebniss das thatsächlich recessive Merkmal in der Mehrzahl der Individuen und also anscheinend als dominirend auftreten. Ich fand für diese zweite Generation auf etwa 220 Pflanzen (1897):

		Berechnet
1. Roth und dreizählig	13 %	18·75 %
2. Weiss und fünfzählig	21 „	18·75 „
3. Roth und fünfzählig	61 „	56·25 „
4. Weiss und dreizählig	5 „	6·25 „

Die berechneten Zahlen sind die aus § 12 S. 183 bekannte Reihe für die dihybriden Spaltungen. Unter der hier ausnahmsweise gestatteten Annahme, dass die Hybriden an dem recessiven Merkmale, trotz erheblicher Abschwächung, zu erkennen sind, und nicht, wie sonst, an dem dominirenden, stimmen die gefundenen Verhältnisse mit dem Spaltungsgesetze in genügender Weise überein.

Oenothera Lamarckiana, Buntblätterigkeit. Zu den am meisten variablen Eigenschaften gehörend, giebt die Buntblätterigkeit wohl die geringste Aussicht auf zahlenmässige Kreuzungsergebnisse, und also wohl die geringste Hoffnung, die Gültigkeit der Spaltungsgesetze zu prüfen. Nach den Erfahrungen bei den Tricotylen ist zu erwarten, dass in den Bastarden die grüne Farbe dominiren wird, jedoch nicht bis zum völligen Ausschluss der gelben. Andererseits haben wir im ersten Bande (S. 597) gesehen, dass die Buntblätterigkeit im höchsten Grade von der Lebenslage abhängig ist, und dass von stark bunten Rassen doch fast stets auch rein grüne Exemplare hervorgebracht werden. Endlich hängt die Aussicht eines Keimes, um zu einer

bunten Pflanze heranzuwachsen, wesentlich davon ab, ob er auf einem bunten oder einem grünen Zweige, und im ersteren Falle auf der gelben oder der grünen Seite angelegt wird. Es leuchtet ein, dass das Verhalten der Bastarde unter solchen Umständen sehr umfangreicher Versuche zu seiner völligen Aufklärung bedarf.

Solche habe ich bis jetzt nicht angestellt, sondern mich auf die Prüfung der ersten Generation beschränkt. Diese entsprach der dargelegten Erwartung, indem sie vorwiegend aus grünen und theilweise aus bunten Bastarden zusammengesetzt war. Ich befruchtete im Sommer 1899 einige sehr schöne bunte Exemplare, welche selbst von bunten Vorfahren herrührten, mit dem rein grünen, nur gelegentlich und vereinzelt (0·1—0·2 %, vergl. Bd. I, S. 604) bunte Pflanzen hervorbringenden Stamme meiner Culturen. Die bunten *Oen. Lamarckiana* wurden castrirt und mit dem Staub der grünen belegt, und vor dem Besuch der Insecten in üblicher Weise in Pergaminbeuteln geschützt. Auf 520 Keimpflanzen fand ich 82 oder 16 % theils rein gelbe, theils bunte; die übrigen wurden bis zum Stadium reichbeblätterter Rosetten genau geprüft, dann aber nicht weiter cultivirt. Sie blieben grün, doch würden einige von ihnen gewiss später noch bunt geworden sein. Die stark bunten Früchte gaben dabei in ihren Samen keineswegs regelmässig einen höheren Gehalt an gelben Keimen, jedoch fand ich eine völlig gelbe Frucht, deren Samen alle, trotz der Befruchtung mit der grünen Sorte, gelbe Cotylen oder bunte Erstlingsblätter hatten. Es waren aber nur acht Samen in dieser Frucht gereift.

Mit *Nicotiana macrophylla* habe ich im Sommer 1901 einen ähnlichen Versuch gemacht. Die durch Befruchtung der bunten Varietät nach Castrirung mit dem Staub der grünen Art erhaltenen Samen enthielten auf 260 Keimen etwa 10 % bunte Individuen.

Papaver somniferum, gefüllte Blumen. Den bunten Gewächsen stehen wohl in Bezug auf hohe Variabilität die gefüllten Blumen am nächsten. Ich habe als Versuchsobject aus verschiedenen Gründen den cultivirten Mohn gewählt, und mehrere einfache und gefüllte Handelsvarietäten mit einander gekreuzt; ich wählte als einfache Sorten *Mephisto* und *Danebrog,* welche ich durch eine vieljährige Cultur kenne, und als gefüllte nur solche, welche die Füllung regelmässig in höherem Grade zeigen, wie der *„weisse Schwan“*, der *„Cardinal“* (mit *Danebrog*-Farben) und der *„Double grand violet“* mit dunkelvioletten, ganz dicht gefüllten Blumen. In der Regel zeigte die erste Generation der Bastarde weder das Merkmal des Vaters noch dasjenige der Mutter rein, sondern meist geringe Grade der Umwandlung von Staubfäden in schmale Blumenblätter.

	Kreuzung	Mutter		Vater	Anzahl der Kinder	Einfach %	Gefüllt %	Grad der Füllung
Nr. 1.	1893	*Schwan*	×	*Mephisto*	161	96	4	schwach und stark
„ 2.	1897	*Danebrog*	×	*Double grand violet*	71	89	11	schwach
„ 3.	„	„	×	*Cardinal*	105	68	32	„
„ 4.	„	„	×	*Schwan*	107	22	78	schwach bis halb gefüllt
„ 5.	1892	*Cardinal*	×	*Mephisto*	43	0	100	je mit 1—2 pe-
„ 6.	1893	*Mephisto*	×	*Cardinal*	51	100	0	[talod. Staubf.

Wie man sieht, schwanken die Bastarde je nach den Umständen in ziemlich hohem Maasse, im Mittel aber nur einen schwachen Grad der Füllung zeigend. Sie verhalten sich also wie die tricotylen Bastarde, indem das ältere Merkmal unter Abschwächung durch die Anomalie dominirt.

Die zweite Generation kann man nun aus Bastarden mit petalodischen Staubfäden oder aus solchen mit einfachen Blüthen erzielen. Aus den letzteren erhielt ich, vorwiegend aus den oben unter Nr. 1 und 6 angeführten Kreuzungen, in fünf Culturen mit 370 blühenden Pflanzen im Mittel 21 % Exemplare mit gefüllten Blüthen, welche jetzt aber viel höhere Grade der Füllung aufwiesen als in der ersten Generation, indem die meisten Blüthen halb gefüllt oder mehr als halb gefüllt waren. Spuren von Füllung sind dabei nicht mitgerechnet worden, um die Bastarde womöglich mit den dominirenden Exemplaren zu verbinden, wie bei den üblichen Zählungen in den typischen Mendel-Kreuzungen. Dem entsprechend trat etwa ein Viertel der zweiten Generation mit dem recessiven Merkmale auf.

Von den Bastarden des Versuches Nr. 5 mit je 1—2 petalodischen Staubgefässen erhielt ich 187 Kinder, von denen 87 % einfache und 13 % stark gefüllte Blüthen hatten. Von den stark gefüllten Bastarden des Versuches Nr. 1 erhielt ich 119 Kinder, von denen 72 % einfach und 28 % stark gefüllt waren. Auch hier also Spaltungen nach demselben Verhältnisse.

Für die dritte Generation giebt es, wie bei den typischen Mendel'schen Kreuzungen, drei Fälle, indem man einerseits die einfache bezw. die gefüllte Rasse rein findet, andererseits wiederum Bastarde vor sich hat. Constant einfach beobachtete ich vier Fälle und zwar drei aus Nr. 5 und einen aus Nr. 1, die drei ersteren zusammen in 378, den letzteren in 100 blühenden Exemplaren, deren Mütter und Grossmütter (2. und 1. Bastardgeneration) gleichfalls einfach oder nahezu einfach geblüht hatten. Ausschliesslich gefüllte Nachkommen erhielt

ich nur von einem selbst stark gefüllten Bastard der zweiten Generation (73 Exemplare). Spaltungen erhielt ich in zwei Aussaaten, deren Mütter und Grossmütter (2. und 1. Bastardgeneration) einfach geblüht hatten. Und zwar in einem Falle auf 105 Pflanzen 79 % einfache und 21 halb- bis stark gefüllte, im anderen Falle auf 107 Exemplaren 76 und 24 % ebensolche.

Rechnet man somit Spuren von Petalodie als das Merkmal der Bastarde, und eine mehr als halbstarke Füllung als das recessive Merkmal, so verhält sich die Füllung im Grossen und Ganzen genau so, wie man es nach den MENDEL'schen Spaltungsgesetzen erwarten sollte. Doch bedingt die grosse Variabilität und die starke Abhängigkeit von der Lebenslage manche die Versuche erschwerende und nicht selten störende Abweichungen.

Papaver somniferum. Geschlitzte Blumenblätter. Einige Sorten des Mohns zeichnen sich durch eine schöne Franse am Rande der Blumenblätter aus, wie z. B. der *„Weisse Schwan“* und andere theils gefüllte, theils einfache Sorten. Dieses Merkmal ist bisweilen in hohem Grade constant, in anderen Varietäten wiederum sehr schwankend, bis auf vereinzelte Einschnitte in sonst ganzrandigen Petalen heruntergehend. Es ist in solchen Fällen zwischen diesen und den fransenlosen Blumen eine sichere Grenze nicht anzugeben. Die Fransen sind ein recessives Merkmal, in drei Kreuzungen fehlte es in der ersten Generation durchaus. Es waren dieses drei von den oben in Bezug auf die Füllung studirten Kreuzungen, und zwar Nr. 3 *Danebrog* × *Cardinal* (letzterer gefüllt und mit Fransen; Kreuzung von 1897; 105 Kinder erzogen), Nr. 1 *Schwan* × *Mephisto* (1893 mit 161 Kindern) und Nr. 5 *Cardinal* × *Mephisto* (1893 mit 43 Kindern). Die zweite Generation erzog ich aus Nr. 1 und erhielt auf 119 Pflanzen 82 % ohne und 18 % mit geschlitzten Blumenblättern, also eine Zahl, welche wohl als dem MENDEL'schen Gesetze entsprechend betrachtet werden darf. In der dritten Generation erhielt ich, in einer anderen Versuchsreihe, theils Culturen ohne Franse, theils solche mit ausschliesslich geschlitzten Blumenblättern, theils gemischte Saaten; jede Cultur aus einer einzigen selbstbefruchteten Kapsel der zweiten stammend. Doch habe ich zahlenmässige Bestimmungen aus den oben angeführten Gründen nicht gemacht.

Das Merkmal der geschlitzten Blumenblätter schliesst sich somit, trotz aller Schwierigkeiten, den übrigen Beispielen in genügender Weise an.

Plantago lanceolata ramosa (Bd. I, S. 514, Fig. 145—146). Die atavistischen Exemplare dieser Rasse sind nahezu völlig constant

(Bd. I, S. 519), wenn sie sich gegenseitig befruchten. Es ist dadurch möglich zu erforschen, wie sich die Bastarde verhalten, wenn diese Atavisten mit dem Staub der typischen Exemplare mit verzweigten Aehren gekreuzt werden. Man braucht nur die ersteren zu castriren und sie zwischen den anderen blühen und vom Wind bestäuben zu lassen. Die Blüthen sind protogyn; ihre Staubfäden wachsen erst spät hervor. Ich führte die Castration derart aus, dass ich die Atavisten in Töpfen cultivirte, welche über Nacht im Hause blieben, und während der Blüthe jeden Tag einige Stunden im Garten neben die als Väter gewählten Pflanzen gestellt wurden. Die Staubfäden strecken sich über Nacht; sie wurden jeden Morgen früh weggeschnitten, bevor ein Körnchen auf die Narben hatte gelangen können. Im Monat August 1897 wurden in dieser Weise acht reich blühende Atavisten mit den verzweigten Pflanzen gekreuzt; der Versuch dauerte etwas über eine Woche und gab eine sehr befriedigende Ernte. Diese wurde für jede Pflanze besonders gewonnen und ausgesät; ich erzog daraus etwa 1000 Exemplare, von denen 936 im nächsten Jahre blühten. Von ihnen hatten 712 keine und 224 je eine oder einige verzweigte Aehren, oder 76 und 24 %, während die *Ramosa*-Rasse bei Selbstbefruchtung jährlich etwa 50 % Erben hervorbringt (Bd. I, S. 515).

In den acht getrennten Culturen wechselte das Verhältniss ein wenig, aber nicht mehr als nach der üblichen Latitüde zu erwarten war. Die Anzahl der Aehren auf jeder Pflanze war meist 8—12, und auf den Exemplaren mit verzweigten Aehren zeigte oft die Hälfte der Inflorescenzen diese Anomalie.

Das Ergebniss stimmte also mit demjenigen überein, welches wir bei den Tri- und Syncotylen, noch deutlicher aber mit der Form, in der wir dasselbe Resultat beim fünfblätterigen Rothklee gefunden haben. Die Bastarde zeigen bereits in der ersten Generation die Anomalie, aber in geringerem Grade ausgebildet als bei der reinen Rasse (24 % der Individuen statt etwa 50 %).

Andere Anomalien werden sich voraussichtlich in ähnlicher Weise verhalten, obgleich die Schwierigkeiten der Cultur hier oft so grosse sind, dass es wohl in langer Zeit nicht gelingen wird, sie zu überwinden. Ich nenne hier die Zwangsdrehungen und Fasciationen,[1] von denen mehrere Mittelrassen aus den verschiedensten Gattungen vorkommen, deren Cultur aber, namentlich wenn es zweijährige Arten, wie *Dipsacus sylvestris* und *Crepis biennis,* gilt, eine sehr anspruchsvolle in Bezug auf Zeit und Raum ist. Doch beobachtete LE MONNIER,

[1] Für andere Anomalien vergl. Bd. I, S. 549 u. s. w.

wie oben bereits bemerkt, dass die Zwangsdrehung von *Dipsacus sylvestris* durch Kreuzung auf *D. fullonum* übertragen wurde, und sich in dieser neuen Art in ebenso vollständiger Ausbildung zeigte wie in der ersteren.[1] Solche Beobachtungen deuten klar auf einen Anschluss an die MENDEL'schen Gesetze hin.

§ 33. Papaver somniferum polycephalum Danebrog.

Zu den gewöhnlichsten Processen des höheren Gartenbaues gehören die Versuche, Eigenschaften, welche in zwei verschiedenen Arten oder Varietäten getrennt vorkommen, durch Kreuzung mit einander zu verbinden. Wo es sich um MENDEL'sche Bastarde handelt, ist es nach dem bereits Mitgetheilten klar, in welcher Weise solche Versuche verlaufen, und namentlich die mehrfach besprochenen Kreuzungen RIMPAU's haben für verschiedene Getreidearten die Gewinnung constanter Rassen durch solche willkürliche Verbindungen dargethan und in ihrer praktischen Bedeutung beleuchtet.

Mir lag aber daran, den Beweis zu liefern, dass die einschlägigen Sätze auch für stark variable Eigenschaften gelten, und so entschloss ich mich, eine solche aus einer Varietät auf eine andere, der sie bis jetzt fehlte, zu übertragen. Ich wählte dazu die im vorigen Bande ausführlich behandelte Polycarpie oder Polycephalie des *Papaver somniferum*, welche ich in der Varietät *Mephisto* als besondere Rasse seit mehr als zehn Jahren cultivire, und brachte sie durch Kreuzung auf das gleichfalls bereits mehrfach besprochene *Pap. somnif. Danebrog* über.[2] Die neue Sorte, *Pap. somnif. polycephalum Danebrog*, ist im Jahre 1897 im Tauschverkehr der botanischen Gärten angeboten worden, und hat sich seitdem in Bezug auf beide Merkmale als constant erwiesen.[3]

Der gewöhnliche Garten-Mohn oder Schlaf-Mohn (*Papaver somniferum*) ist eine sogenannte variable Pflanze, d. h. eine solche, welche in zahlreichen, unter sich deutlich verschiedenen, aber aus Samen völlig constanten Varietäten cultivirt wird. Die wilde Form und die meisten Gartensorten haben farbige Blumen, deren Kronenblätter am Grunde je einen grossen, ziemlich scharf begrenzten dunkleren Fleck tragen (Fig. 70 und 71). Man nennt diese Figuren die Herzflecken. Die Farben der Blüthen sind übrigens sehr verschieden. Bisweilen

[1] *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. XXIV. April 1900. S. 70.

[2] Vergl. § 8 und § 14 dieses Abschnittes, S. 164 und S. 201.

[3] *Catalogue des graines récoltées dans le Jardin botanique d'Amsterdam.* 1897. S. 2. Ebenso in den folgenden Jahren.

kommt es vor, dass die Herzflecken weiss sind statt dunkel gefärbt, und dieses ist am bekanntesten bei der Varietät *Danebrog,* deren Blumen scharlachroth sind. Auf diesem rothen Grunde bilden die vier grossen weissen Flecken ein Kreuz, welches, wie früher bereits bemerkt wurde, an das dänische Feldzeichen erinnert (S. 164). Einzelne Varietäten zeigen die bekannte Monstrosität der Umwandlung von Staubgefässen in überzählige Carpellen, die sogenannte Vielköpfigkeit oder Polycephalie, eine sehr variable, in hohem Grade von der Cultur abhängige, aber aus Samen durchaus constante Anomalie.[1]



Fig. 70. *Papaver somniferum.* Gipfel einer ganzen Pflanze, um die Herzflecken auf der Aussenseite der Blumenblätter zu zeigen.

Fig. 71. *Papaver somniferum.* Einzelne Blüthe, weit geöffnet und von oben gesehen.

Das *Danebrog,* welches ich zu meinen Kreuzungen wählte, besass diese Polycephalie nicht; meine polycephale Sorte hatte schwarzviolette Herzflecken und ist in den Gärten, abgesehen von der Carpellomanie, als Varietät *Mephisto* bekannt.[2] Im übrigen unterscheiden sich die beiden Sorten noch in der Statur und in der Farbe des

[1] Bd. I, S. 98, Fig. 27 und 28.

[2] Vilmorin's *Blumengärtnerei.* 3. Aufl. 1896. S. 60. Ueber die verschiedenen Varietäten des Gartenmohns vergl. J. W. Moll, A. Fiet et W. Pyp: *Rapport sur quelques cultures de Papavéracées.* 1894. S. 10.

Laubes; das *Mephisto polycephalum* ist eine hohe, das *Danebrog* eine niedrige, wenn auch nicht völlig zwergige Sorte; letzteres hat mehr bläulich-grüne Blätter als ersteres. Lange Zeit vor der Blüthe, oft bereits einige Wochen nach der Keimung, sind die beiden Sorten mehr oder weniger leicht von einander zu unterscheiden. Die Antheren und die Samen des *Mephisto* sind dunkel gefärbt, diejenigen des *Danebrog* weisslich. Meine neue Varietät hat die Statur, die Farbe der Blätter und die Samen des *Danebrog;* sie hat also vom anderen Elter nur die Eigenthümlichkeit der Polycephalie oder Polycarpie übernommen.

Ich habe die Kreuzung mehrere Male ausgeführt und beschreibe zunächst diejenige, von der die jetzt noch cultivirte Bastardrasse abstammt. Die Verbindung fand im Sommer 1893 statt; ich castrirte einige Blüthen auf meiner damaligen Cultur von *P. s. polycephalum,* hüllte sie in Beuteln und befruchtete sie mit dem Staub von Blüthenknospen von *P. s. Danebrog,* welche Herr Prof. J. W. Moll in Groningen die Güte hatte, mir von seinen experimentellen *Papaver*-Culturen zu senden. Das *Danebrog* war von ihm durch drei Generationen auf seine Reinheit geprüft, und abgesehen von zufälligen Kreuzungen mit benachbarten Sorten (vergl. unten § 36) rein befunden.

Im Jahre 1894 cultivirte ich aus den durch diese Kreuzung erhaltenen Samen die erste Generation der Bastarde. Ich säte dazu nur Samen einer einzigen Mutterfrucht, welche einen vollen Kranz von Nebencarpellen getragen hatte. Ende Juli standen die Pflanzen in voller Blüthe. Abgesehen von der Polycephalie waren sie einander und der Mutter (*Mephisto*) in jeder Hinsicht gleich; die Merkmale dieser Form zeigten sich somit als dominirend. In Bezug auf die Umwandlung der Staubfäden in Carpelle verhielten sie sich aber verschieden. Bei 54 von den 69 Exemplaren konnte ich davon keine Spur entdecken, bei 15 (also etwa 20 $^0/_0$) gab es meist nur ein kleines, bisweilen zwei oder sogar drei Nebencarpelle.

Die Polycephalie verhielt sich also ähnlich wie das Merkmal des fünfblätterigen Rothklees in den Kreuzungen des vorigen Paragraphen, war aber in einer geringeren Anzahl von Individuen sichtbar geworden. In diesen war sie aber sehr geschwächt, die „Erben“ verhielten sich als ziemlich extreme Minus-Varianten der väterlichen Varietät. Ich wählte für die Selbstbefruchtung in Pergaminbeuteln fünf Pflanzen mit je einem bis drei Nebencarpellen, säte aber nur Samen von zwei Früchten (mit einem und mit drei Nebenfrüchtchen) aus, und zwar getrennt auf zwei Beeten.

Diese zweite Bastardgeneration zeigte sich in Bezug auf die

Blüthenfarbe nach den MENDEL'schen Gesetzen gespalten, und zwar auf beiden Beeten, indem auf 201 Individuen 78 $^0/_0$ dunkle und 22 $^0/_0$ weisse Herzflecken hatten. Auch in Bezug auf die Polycephalie ergab sich eine Spaltung; es trugen 86 $^0/_0$ der Pflanzen keine Nebencarpelle, während die übrigen 14 $^0/_0$ die verschiedensten Grade der Anomalie zeigten, meist in geringer, bisweilen aber in stärkerer Ausbildung (9 $^0/_0$ mit 1—10 Nebencarpellen, 5 $^0/_0$ mit einem halben bis vollen Kranze). Und zwar war die Anomalie ziemlich gleichmässig über die Individuen mit dunklen und mit weissen Herzflecken vertheilt. Zwei Pflanzen gab es, welche in jeder Hinsicht *Danebrog* waren, dabei aber einen vollen Kranz von Nebenfrüchtchen trugen, sie bildeten also die Combination, welche das Ziel meiner Cultur war.

Eine von diesen beiden wurde vor dem Oeffnen der Knospe in einen Pergaminbeutel gebracht und mit ihrem eigenen Blüthenstaub befruchtet. Von ihr stammt meine neue Varietät ab. Diese habe ich in den Jahren 1896, 1897, 1898, 1899 und 1901 in vier weiteren Generationen cultivirt. In den Jahren 1896 und 1897 hatte ich dieselbe Generation aus Samen der Urpflanze von 1895. Diese beiden Culturen umfassten etwa 500 blühende Individuen, welche alle polycephal waren, und zwar in den verschiedensten Graden, im Grossen und Ganzen aber ebenso stark wie die grossväterliche Varietät.

Die beiden folgenden Generationen waren weniger umfangreich, aber ebenso rein *Danebrog* und polycephal; die Cultur des Jahres 1901 umfasste 150 Pflanzen, alle *Danebrog* und polycephal, letzteres wiederum in demselben Umfange der Variabilität als die ursprüngliche Sorte. Etwa ein Drittel der Individuen hatten schön ausgebildete, lückenlose oder doch fast lückenlose Kränze.

Die neue Varietät war also während vier Generationen in beiden Eigenschaften ebenso constant wie die Formen, aus deren Kreuzung sie entstanden ist. Sie ist, wie zu erwarten war, ebenso fruchtbar als jene, und sie legt offenbar die Vermuthung nahe, dass manche Gartenvarietäten, welche zwei oder mehrere, bei anderen Formen getrennt vorhandene Eigenschaften verbinden, diese Doppelnatur nicht einer wiederholten und parallelen spontanen Abänderung, sondern einer Kreuzung verdanken.

Das Verhalten der dunklen Herzflecken bei den Bastardirungen und ihre späteren Spaltungen sind oben ausführlich studirt worden (S. 164). Um über das Wesen der Kreuzung der polycephalen Eigenschaft noch genauer orientirt zu sein, habe ich noch einige weitere Verbindungen zwischen den fraglichen und verwandten Sorten vor-

genommen. Die erste fand bereits im Jahre 1892 statt. Das gefülltblüthige *Papaver somniferum Cardinal* wurde castrirt und mit dem Staub einer Blüthe mit vollem carpellären Kranz aus meiner Rasse befruchtet.[1] Aus den Samen erzog ich (1893) 43 Pflanzen, alle in der Farbe und der Tracht dem Vater ähnlich, aber ohne Spur von Nebenfrüchten. Diese kehrten erst in der folgenden Generation zurück und zwar in 9 % der Exemplare. Zu derselben Zeit spaltete sich die Blüthenfarbe genau nach den MENDEL'schen Gesetzen, indem auf 187 blühenden Pflanzen 20 % *Cardinal* (aber einfach blühend) und die übrigen *Mephisto* waren. In beiden Gruppen hatten einige Pflanzen Polycephalie, andere nicht. Ich wählte zur Selbstbefruchtung je eine Pflanze der verschiedenen Typen aus, säte die Samen im nächsten Frühling (1895), und erhielt für diese dritte Generation die folgenden Ergebnisse. Eine Mutter, welche in jeder Hinsicht *Danebrog* war und auch keine Nebenfrüchte hatte, zeigte sich in beiden Beziehungen als samenbeständig, denn unter 128 blühenden Kindern gab es keine Ausnahme. Eine andere Mutter, welche gleichfalls *Danebrog* war, aber ein Nebencarpell hatte, war in ersterer Beziehung ebenso constant, brachte aber auf 110 blühenden Nachkommen 31 % mit Nebencarpellen und 69 % ohne solche. Auch diese Zahlen entsprechen dem Spaltungsgesetze in genügender Weise. Die Nebencarpelle waren meist nur 1—5 pro Blüthe, bildeten bisweilen aber einen mehr oder weniger gefüllten Kranz. Als dritte Mutter wählte ich einen *Mephisto* mit einem einzigen Nebencarpell; sie ergab sich in ersterer Hinsicht als Bastard, da sie auf 140 blühenden Kindern 24 % *Danebrog* und 76 % *Mephisto* hatte. In Bezug auf die Polycephalie war diese Cultur anscheinend constant, aber mit schwacher Ausbildung der Anomalie, da es noch 29 % Pflanzen ohne Nebenfrüchte gab. Von den übrigen wiesen etwa 30 % entweder einen lückenlosen oder doch wenigstens einen mehr als zur Hälfte gefüllten Kranz auf.

Dieser Versuch wurde hiermit abgeschlossen. Er lehrte, dass die Polycephalie in der ersten Generation auch fehlen kann, aus den Samen der kranzlosen Individuen dann aber wieder zurückkehrt. Die Cultur bestätigt also die Erfahrung GODRON's, nach der *Papaver somniferum hortense* × *P. s. polycephalum* in der ersten Generation keine Polycephalie, in der zweiten an einem einzelnen Individuum eine geringe Umwandlung von Staubfäden in Carpelle zeigte.[2] Sie lehrt

[1] In Bezug auf die Füllung wurde dieser Versuch bereits im vorigen Paragraphen besprochen.

[2] GODRON, *Revue des Sc. nat.* 1878. Nr. 2.

aber ferner, dass in dieser zweiten Generation theils Individuen vorkommen, deren Nachkommen in der dritten ohne Polycephalie bleiben, theils aber solche, deren Kinder die Anomalie wiederum in hohem Grade und in zahlreichen Individuen zeigen können.

Die reciproke Kreuzung habe ich 1893 ausgeführt; sie stimmte also mit dem zuerst erwähnten Versuche in Bezug auf die Wahl von Vater und Mutter überein. Die Bastarde *Mephisto polycephalum* × *Danebrog* waren alle *Mephisto,* aber obgleich ich deren nur 51 cultivirte (1894), gab es darunter einen mit einem ziemlich gut gefüllten Kranz, während die übrigen keine Nebencarpelle hatten. Ich säte die Samen zweier Individuen ohne Nebencarpelle; beide spalteten sich nach den bekannten Gesetzen in *Mephisto* und *Danebrog* und brachten dabei einige Individuen mit 1—10 in Carpelle umgewandelten Staubfäden hervor. Ihre Zahl betrug aber nur 6 und 7 $^0/_0$. Auf einer einzigen Blume sah ich einen vollen Kranz von Nebenfrüchtchen.

Schliesslich habe ich im Jahre 1897 einige Individuen meiner im Anfang beschriebenen constanten Bastardvarietät *Papaver somniferum polycephalum Danebrog* mit verschiedenen anderen Handelssorten gekreuzt, indem ich stets *Danebrog*-Exemplare mit einem Kranze mittlerer Ausbildung als Mütter auswählte. Die Väter waren *P. s. cardinale flore pleno, P. s. Double grand violet, P. s. nanum album Schwan,* und zwei Bastarde aus *Mephisto polycephalum* und einer gefüllten Varietät, welche beide stark gefüllt und ohne Kranzfrüchte waren. Der eine blühte roth, der andere blassviolett. Wie man sieht, waren die Väter alle stark gefüllt und ohne Polycephalie. Die aus diesen Kreuzungen gewonnenen Pflanzen waren ausnahmslos ohne Nebencarpelle. Der Umfang der Culturen betrug an blühenden Exemplaren 105, 71, 107, 105 und 73, zusammen also 461 Individuen.[1]

Fassen wir das Mitgetheilte kurz zusammen, so sehen wir, dass die dunklen Herzflecken sich den weissen gegenüber in allen Versuchen in derselben Weise verhalten, wie dieses schon früher (S. 164) ausführlich behandelt wurde.

Die Polycephalie kann in der ersten Bastardgeneration völlig fehlen, oder in einzelnen Individuen (bis 22 $^0/_0$) in sehr geringem Grade entwickelt sein (mit 1—3 Nebencarpellen pro Blüthe) oder ganz selten in stärkerem Grade auftreten. Die obigen Ergebnisse zusammenfassend, finden wir für die erste Bastardgeneration:

---

[1] Die übrigen Ergebnisse dieses Versuches sind im vorigen Paragraphen mitgetheilt worden.

Jahr der Kreuzung	Anzahl der Kreuzungen	Anzahl der Kinder	Polycephal %	Grad der Carpellomanie
1893	1	69	22	1—3 Nebencarpelle.
1893	1	51	1	ziemlich stark gefüllt.
1892/93	2	204	0	—
1897	5	461	0	—
Summe:	9	785	Mittel: 3	

Die Bastarde der ersten Generation verhalten sich in Bezug auf ihre Nachkommenschaft in derselben Weise, unabhängig von der Frage, ob sie selbst einzelne Nebencarpelle tragen oder nicht. Beide Formen bringen zum Theil polycephale Pflanzen und zum Theil Exemplare ohne Nebencarpelle hervor, letztere in der überwiegenden Mehrzahl. Zähle ich alle meine Culturen dieser zweiten Generation zusammen, so finde ich 8 Aussaaten mit 828 Individuen, von denen 7—19 % polycephal waren. Also weniger als sich nach dem Spaltungsgesetze erwarten lässt, aber da die Versuche namentlich in den Jahren 1894 und 1895 ausgeführt wurden, und ich damals geringe Spuren der Anomalie noch nicht berücksichtigte, sind die Zahlen wohl etwas zu niedrig ausgefallen. Die als polycephal gezählten Individuen hatten meist gut ausgebildete Kränze, von einigen wenigen Nebencarpellen zu einem vollen Kranze in derselben Weise schwankend wie die gewöhnliche polycephale Rasse. Sie stellten offenbar die Gruppe der Pflanzen mit dem recessiven Charakter dar, welche nach MENDEL ein Viertel der Individuen umfassen sollte. Es scheint mir kaum fraglich, dass bei einer Wiederholung des Versuches auf Grund der seither gewonnenen Erfahrungen eine genauere Uebereinstimmung gefunden werden würde.

Unter den Bastarden der zweiten Generation lassen sich, bei Selbstbefruchtung, die drei Typen unterscheiden, welche auch bei den typischen MENDEL-Kreuzungen auftreten. Einige sind constant polycephal, andere constant ohne Nebencarpelle, noch andere spalten sich nach Art der zweiten Generation. Constant polycephal war in erster Linie die neue Varietät *P. s. polycepalum Danebrog* und zwar in vier Generationen. Aber auch in Verbindung mit den *Mephisto*-Farben erhielt ich in dritter Generation Culturen mit ausschliesslich polycephalen Individuen (1897). In beiden Fällen wurde dazu aus der zweiten Generation ein Individuum mit gut entwickeltem Kranze ausgewählt. Bei Auswahl von Exemplaren ohne Nebencarpelle erhielt ich mitunter ganze Culturen ohne Spur dieser Anomalie, und zwar in den Jahren 1895 und 1898 in

Verbindung mit der *Danebrog*-Zeichnung. Bastarde ohne oder mit wenigen Nebencarpellen zeigen sich in der nächsten, dritten Generation meist wiederum als spaltungsfähig, und namentlich im Jahre 1898 erhielt ich Culturen, in denen 25, 30, 36 und 37 % der Individuen das recessive Merkmal zur Schau trugen.

So ungenau und unvollständig diese Versuche in Folge der Variabilität der Eigenschaft und ihrer hohen Ansprüche an Zeit und Raum auch sein mögen, so zeigen sie doch deutlich, dass etwa vorhandene Abweichungen von dem MENDEL'schen Spaltungsgesetze sich aus diesen nebensächlichen Umständen erklären lassen.

Die Polycephalie des *Papaver* schliesst sich somit völlig den im vorigen Paragraphen besprochenen stark variablen Eigenschaften an.

VII. Uebersicht der MENDEL'schen Bastarde.

§ 34. Retrogressive und degressive Merkmale.

Am Schlusse unserer Darstellung der MENDEL'schen Spaltungsgesetze und der Beispiele, in denen sie sich bis jetzt als gültig zeigten, angelangt, wollen wir versuchen, die gemeinschaftlichen Züge dieser ganzen Gruppe aufzufinden. Wir gehen dabei von unserem Principe der elementaren Eigenschaften aus, und betrachten die Eigenschaften somit jede für sich, ohne auf ihre Combinationen in den zu den Versuchen benutzten Pflanzen zu achten. Oder mit anderen Worten, wir behandeln alle Kreuzungen als monohybride. Die Frage, wie die einzelnen Eigenschaften sich in ihren Combinationen mit anderen verhalten, ist allerdings wichtiger, aber offenbar von complicirterer Natur und höherer Ordnung, und soll somit erst dann in Angriff genommen werden, nachdem in der Kenntniss des Verhaltens der Eigenschaften an sich dazu die erforderliche Grundlage gewonnen worden sein wird.[1]

Ueberblicken wir die ganze Reihe unserer Beispiele, so ist zunächst hervorzuheben, dass wir sie in zwei getrennten Gruppen vorgeführt haben. In der einen Gruppe stellten wir die typischen Fälle zusammen (§ 1—14), die andere bezog sich auf Mittelrassen

[1] Vergl. den Abschnitt V über die Anwendung der Bastardlehre auf die Lehre von der Entstehung der Arten.

(Tricotylen, Syncotylen und die Beispiele der beiden vorhergehenden Paragraphen).

Betrachten wir zunächst jede Gruppe für sich. In den typischen Fällen waren die antagonistischen Merkmale der beiden Eltern scharf von einander getrennt, und wenn auch jedes in gewissem Grade variabel war, so berührte doch der Abänderungsspielraum des einen denjenigen des anderen nicht. Für jedes Individuum war es leicht, zu entscheiden, ob es zu der einen oder zu der anderen der elterlichen Stammformen gehörte, ob es das dominirende oder das recessive Merkmal zur Schau trug. Das Merkmal aber, das in jedem Bastarde vorherrschte, wurde als dominirend bezeichnet.



Fig. 72. *Amarantus caudatus viridis.* Eine rein grüne Varietät einer Art mit rothbraunem Laube, als Beispiel vollständiger, sich über die ganze Pflanze erstreckender Depigmentation des Zellsaftes.

Die in § 1—14 behandelten Einzelfälle liessen sich in einer Uebersichtstabelle zusammenfassen, aus der wir hier die Hauptzüge zur bequemeren Behandlung wiederholen (vergl. S. 146).

I. Depigmentation. Latenz der Farbe der Blüthen, Samen und Früchte und des Laubes (Fig. 72). Es handelte sich um die rothen, blauen und gelben Farbstoffe, nicht aber um das Chlorophyll, und in Fällen zusammengesetzter Farben auch um theilweises Fehlen derselben.

II. Denudation. Latenz der Behaarung und Bewaffnung.

III. Defarination. Unterdrückte oder stark verminderte Stärkebildung.

IV. Theilweiser Verlust der unterständigen Lage des Fruchtknotens.

Diese Uebersicht umfasst zwar nicht alle die behandelten Beispiele, doch schliessen sich die übrigen ihnen derart an, dass eine besondere Behandlung nicht erforderlich ist.

Vergleichen wir nun diese Tabelle mit unseren Darlegungen im ersten Bande über die verschiedenen Weisen, in denen neue Arten

entstehen können. Wir haben damals hauptsächlich drei Typen unterschieden, welche durch die Namen der progressiven, der retrogressiven und der degressiven Artbildung angedeutet wurden (Bd. I, § 7, S. 456). Unter ihnen zeichnete sich die retrogressive dadurch aus, dass sie durch das Latentwerden vorhandener Eigenschaften zu Stande kam. Und man sieht sofort, dass das Charakteristische obiger Aufzählung gerade darin liegt, dass es sich nur um latente Eigenschaften handelt. Wir folgern also, dass die typischen Fälle Mendel'scher Bastardirungen jene sind, in denen die fragliche Eigenschaft in dem einen Elter latent, in dem anderen aber activ ist.

Dabei ist nun stets das active Merkmal dominirend über das latente. Das heisst also, dass, wenn im Bastard eine Eigenschaft zur Hälfte im activen und zur Hälfte im latenten Zustand vertreten ist, die Eigenschaft sich ebenso gut, wenn auch nicht immer ebenso kräftig, äussern kann, als wenn sie von beiden Eltern im activen Zustande ererbt wurde. Dass sie in gewissem Grade abgeschwächt sein wird, liegt dabei auf der Hand; im Allgemeinen ist solches aber viel weniger der Fall, als man wohl erwarten könnte. Nur selten scheint die Abschwächung bis zur Hälfte zu gehen, oft ist sie gar nicht bemerklich. Doch fehlt es meist an einem genauen Maasse, und die Schätzungen der einzelnen Forscher gehen in solchen Fällen bekanntlich oft weit auseinander.

Die systematische Botanik betrachtet die Rasse mit dem dominirenden Merkmal in der Regel als die Art, jene mit der recessiven Eigenthümlichkeit als die Varietät. Und zwar im Sinne der abgeleiteten oder echten Varietäten, wie wir diese im ersten Bande S. 455 kennen gelernt haben. Und so lange die beiden Typen sich nur in Bezug auf die fragliche Eigenschaft und nicht auch in anderen Punkten unterscheiden, darf diese Auffassung als die herrschende betrachtet werden, trotzdem stets von einzelnen Forschern die recessiven Typen als Arten beschrieben werden (z. B. *Chelidonium laciniatum* Mill). Die Artfrage aber werde ich erst in einem späteren Abschnitt behandeln.

Dass die latenten Eigenschaften jünger sind als die entsprechenden activen, dafür sprechen die zahlreichen sogenannten Verlust-Varietäten. Eine Uebersicht darüber habe ich im ersten Bande bei der Behandlung der abgeleiteten Varietäten gegeben (S. 454). Man kann aus den dort angeführten und zahlreichen anderen Thatsachen den Schluss ziehen, dass, wenn zwei elementare Formen sich nur oder wesentlich nur darin von einander unterscheiden, dass ein

Merkmal bei der einen vorkommt, bei der anderen aber fehlt, ganz gewöhnlich die letztere als Varietät, die erstere aber als der Typus der Art beschrieben zu werden pflegt. Mit anderen Worten, dass der latente Zustand in solchen Fällen allgemein als jünger angesehen wird als der active. Weissblühende und weissfrüchtige Varietäten, unbehaarte und unbewaffnete Formen und zahlreiche andere bilden hier die bekannten Beispiele.

Allerdings ist es in sehr vielen Fällen augenblicklich noch gar nicht möglich zu unterscheiden, ob eine fehlende Eigenschaft unsichtbar ist, weil sie gar nicht vorhanden, oder weil sie zwar vorhanden, aber latent ist. Ich erinnere an das bereits mehrfach besprochene Beispiel von *Datura Stramonium* und *D. Tatula;* würde man hier die blaue *Tatula*-Farbe in *Stramonium* als latent betrachten, so hiesse dieses offenbar sofort die letztere als Varietät zu der ersteren rechnen. Gerade in solchen Fällen aber erwartet man von der Bastardlehre wichtige Stützen, um darauf später eine endgültige Entscheidung gründen zu können.

Ich habe hier diesen Punkt nur angeführt wegen der Frage nach dem Dominiren des phylogenetisch älteren Merkmales. Denn die systematische Unterscheidung abgeleiteter Varietäten neben ihren Arten bedeutet doch so viel, dass allgemein die Art als die ältere, die Varietät als die jüngere Form betrachtet wird. Allerdings fehlt in der Regel der unmittelbare Beweis, doch darf man hier gewiss nach Analogie schliessen. Führt also die Art das active, die Varietät das latente Merkmal, und dominirt ersteres im Bastard, so gilt der Satz, dass bei den typischen Mendel-Kreuzungen im Bastard das phylogenetisch ältere Merkmal dominirt.[1]

Wir gelangen jetzt zu den Kreuzungen stark variabler Eigenschaften, und stellen zunächst die behandelten Beispiele übersichtlich zusammen.

I. Gestreifte Blumen und Früchte. (Bd. I, S. 489; Bd. II., § 32, S. 351.)
II. Buntblätterigkeit. (Bd. I, S. 597; Bd. II, § 32, S. 355.)
III. Gefüllte Blüthen. (Bd. I, S. 547; Bd. II, § 32, S. 356.)
IV. Polycephale Blüthen. (Bd. I, S. 98; B. II, § 33, S. 360.)

[1] Und zwar nicht weil es älter, sondern weil es activ ist. Ausnahmen sind, wie früher erörtert wurde, voraussichtlich zum wesentlichen Theile als dihybride Vorgänge zu erklären.

V. Mehrscheibige Blätter (*Trifolium*). (Bd. I, S. 435; Bd. II, § 32, S. 354.)

VI. Tricotylie und Syncotylie. (Bd. II, §§ 24, 25 und 31.)

VII. *Plantago lanceolata ramosa.* (Bd. I, S. 514; Bd. II, § 32, S. 358.)

Mit Ausnahme des *Chrysanthemum segetum plenum* und der gefüllten Compositenkörbchen überhaupt sind somit die wichtigsten Beispiele der Mittelrassen, deren Constanz und weite Variabilität wir im ersten Bande ausführlich studirt haben, auch auf ihr Verhalten bei Kreuzungen geprüft worden. Allerdings nur theilweise in genügendem Umfang, da die weit schwereren Versuchsanforderungen hier dem Forscher oft eine sehr ungewünschte Beschränkung auflegen. Aber doch so weit, dass ein übereinstimmendes Verhalten für alle diese Fälle als gesichert angesehen werden darf.

Diese Uebersicht haben wir somit mit den im ersten Bande unterschiedenen Haupttypen der Artbildung zu vergleichen. Der Mittelrasse entspricht die Halbrasse (Bd. I, § 3, S. 422), in der die betreffende Eigenschaft zwar in der Regel latent ist, aber sich doch von Zeit zu Zeit äussert und somit der Beobachtung zugänglich ist. Wir haben sie in diesen Fällen als semilatent von den eigentlichen latenten Charakteren unterschieden. Die semilatente Eigenschaft muss, um sich zu äussern, eine andere, active Eigenschaft überwinden, da sie sich mit dieser nicht gleichzeitig äussern kann, wie ja ein Kleeblatt nicht zu derselben Zeit drei und vier Scheiben führen kann.

Diese active und die semilatente Eigenschaft sind somit antagonistisch, aber in anderem Sinne als bei den Bastarden, wo die beiden antagonistischen Merkmale von verschiedenen Eltern ererbt wurden, und sich bei der Fortpflanzung wiederum trennen. In der Halbrasse sind sie derart verbunden, dass ihr gegenseitiges Verhältniss nur durch eine Mutation umgeändert werden kann.

Diese beiden antagonistischen Eigenschaften halten sich nun in der Mittelrasse das Gleichgewicht (Bd. I, S. 424). Das heisst, dass sie unter gewöhnlichen Bedingungen nahezu gleich häufig activ werden. Aber sie sind von der Lebenslage, gerade wegen dieses Antagonismus, im höchsten Grade abhängig. Dabei begünstigen gute Ernährung und sonstige zusagende Umstände die Anomalie (B. I, S. 627), ungünstige dagegen das Merkmal der Art.

Wir wollen, um einen bequemen Ausdruck zu haben, den Zustand der die Anomalie bedingenden Eigenschaft in den Mittelrassen semi-

activ nennen.[1] Dieser Name sagt uns also, dass unter mittleren Bedingungen die Anomalie etwa in der Hälfte der Fälle sichtbar wird, wie z. B. die tricotylen Mittelrassen ohne Auslese aus etwa 50 % tricotylen und etwa ebenso vielen dicotylen Individuen bestehen. Das Artmerkmal ist somit in den Mittelrassen gleichfalls nur semi-activ. Viele Gartenvarietäten entstehen durch den Uebergang einer semi-latenten Eigenschaft in diesen semi-activen Zustand, einen Uebergang, der auch hier eine Mutation vorstellt, da er plötzlich auftritt, und sich nicht willkürlich hervorrufen lässt, wie unsere misslungenen Zuchtversuche mit *Ranunculus bulbosus*, *Trifolium incarnatum*, den facultativ einjährigen Arten u. s. w. gelehrt haben.

In Bezug auf unsere Unterscheidung von progressiven, retrogressiven und degressiven Artbildungen leuchtet es ein, dass es sich in den hier behandelten Fällen um die letztere Gruppe, also um degressive Artbildung handelt (Bd. I, S. 456). Denn diese kommt durch Activirung latenter bezw. semilatenter Eigenschaften zu Stande (Bd. I, S. 461). Und genau so verhält es sich in allen den angeführten Beispielen. Es handelt sich stets um im Pflanzenreich mehr oder weniger weit verbreitete Anomalien, welche häufig einen atavistischen Charakter tragen, oder aber in anderer Weise auf das Vorhandensein latenter Eigenschaften bei den betreffenden Arten hindeuten.

Wir folgern also: Auch die durch degressive Artbildung entstandenen Merkmale verhalten sich bei Kreuzungen entsprechend den MENDEL'schen Gesetzen. Es scheint dabei gleichgültig zu sein, ob das semi-active Merkmal, d. h. also die Mittelrasse, mit derselben Eigenschaft im latenten oder im semilatenten Zustande gekreuzt wird, und wenn man unsere Liste auf S. 370 überblickt, so ist es häufig schwer zu sagen, ob in der anderen Stammform bei der Bastardirung der fragliche Charakter latent oder semi-latent war. Als latent ist es gewiss beim *Papaver* zu betrachten, wo es sich um Polycephalie handelte, denn die von mir benutzten Sorten zeigten diese Anomalie in vieljährigen Culturen (selbstverständlich mit Ausnahme der polycephalen Varietäten) nie. Als semilatent dagegen bei den Rothkleeversuchen u. s. w.

In allen bisher beobachteten einschlägigen Fällen dominirt in den Bastarden das Artmerkmal über die Anomalie, wenn auch oft mit erheblicher Abschwächung. Und da nach den herrschenden systematischen

[1] Semi-activ bedeutet also nicht dasselbe wie semi-latent, sondern beide Ausdrücke sind mehr im Sinne von sub-latent und sub-activ aufzufassen.

Begriffen und nach aller Analogie auch hier die Art allgemein für älter als die Anomalie gehalten wird, gilt auch hier die Regel von der Prädominanz des phylogenetisch älteren Merkmales.[1]

Fassen wir jetzt die beiden anfangs unterschiedenen Hauptgruppen zusammen, so finden wir, dass die durch **retrogressive** und die durch **degressive** Artbildung entstandenen Eigenschaften den MENDEL'schen Gesetzen folgen. In beiden Fällen handelt es sich bei den in der Kreuzung verbundenen Stammformen um dieselbe Eigenschaft, welche aber in dem einen Elter in einem anderen Zustande vorhanden ist als in dem anderen.[2]

In der Praxis der Bastardversuche ist es bequem, die fraglichen äusseren Eigenschaften der Eltern als antagonistische zu bezeichnen und von Merkmalspaaren zu reden, und die Bedeutung solcher Paare ist durch die neueren Untersuchungen von CORRENS und namentlich durch die umfangreichen Studien von TSCHERMAK über allen Zweifel erhoben worden. Im inneren Wesen der Sache handelt es sich aber wohl niemals, oder doch nur in sehr seltenen Ausnahmen, wirklich um Paare von elementaren Eigenschaften, sondern stets um eine einzige Anlage, welche beiderseits vorhanden ist, aber in den beiden Eltern in verschiedenen Zuständen vorkommt.

Von diesen Zuständen aber haben wir bis jetzt vier kennen

---

[1] Auch hier offenbar nicht weil es älter ist, sondern wegen des überherrschenden Einflusses der antagonistischen, völlig activen Eigenschaft, mit der es verbunden ist.

[2] Das ausgesprochene Gesetz muss, wenn es richtig ist, selbstverständlich auch im Thierreich gelten. Von zoologischer Seite sind aber diesbezügliche Versuche erst in der allerletzten Zeit angefangen worden. L. CUÉNOT hat durch Untersuchungen an Mäusen für die Farbe die Gültigkeit des MENDEL'schen Gesetzes bestätigt, indem er die gewöhnliche graue Form mit den Albinos kreuzte. Die graue Farbe dominirt, die weisse ist recessiv oder wird dominirt, wie CUÉNOT es ausdrückt. Die Nachkommen spalten sich, indem 75 % grau und 25 % weiss sind. Vergl. L. CUÉNOT, *La loi de MENDEL et l'hérédité de la pigmentation chez les souris.* Arch. Zool. expérim. et générale. No. 2. 1902. Für die übrige zoologische Literatur verweise ich auf W. BATESON's Schrift: *MENDEL's Principles of Heredity*, 1902, namentlich auf S. 173 und S. 33, und ferner auf W. BATESON and E. R. SAUNDERS, *Experimental studies in the physiology of heredity.* Journ. Roy. Soc. London 1902, namentlich S. 123. In dieser Schrift findet man S. 139—142 eine übersichtliche Liste der Merkmale bei Pflanzen und Thieren, welche dem MENDEL'schen Gesetze folgen. Beide Schriften sind, wie bereits erwähnt, leider erst während des Druckes des vorliegenden Bandes erschienen.

gelernt: activ und latent, semi-activ und semi-latent,[1] und diese sind es, deren Wesen die Mendel'schen Gesetze bedingt.

In den Bastarden dominirt somit, für dieselbe innere Eigenschaft, der active Zustand über den latenten, und der semi-latente bezw. latente über den semi-activen. Bei der Bildung der Fortpflanzungszellen der Bastarde aber sind die verschiedenen Zustände ebenbürtig; keiner überwiegt den anderen, denn sie verlassen einander nach gleichen Zahlen, und verbinden sich bei der Befruchtung mit gleichen Ansprüchen.

Die Entstehung neuer Eigenschaften führt zu progressiver Artbildung und neuen elementaren Arten (Bd. I, S. 455 und 460); ohne Bildung neuer innerer Eigenschaften entstehen aber die abgeleiteten Varietäten durch retrogressive und degressive Mutationen.[2] Die letzteren folgen den Mendel'schen Gesetzen bei ihren Kreuzungen mit den betreffenden Arten, und sollte sich diese Regel allgemein bestätigen, so würde man umgekehrt die Gültigkeit der Mendel'schen Zahlenverhältnisse in Zweifelfällen als ein Argument für die Auffassung eines Unterschiedes als Varietätsmerkmal betrachten können. Doch gehört diese Frage schon nicht mehr dem Gebiete der elementaren Eigenschaften, sondern jener viel complicirteren Lehre vom Artbegriff an, und soll somit erst in dem letzten Abschnitt behandelt werden.

VIII. Der sogenannte Atavismus im Gartenbau.

§ 35. Die Mendel'schen Gesetze im Gartenbau.

Retrogressive und degressive Mutationen spielen im Gartenbau bei der Production neuer Formen — falls es sich nicht um Kreuzungen handelt — die Hauptrolle. Die ersteren bedingen die sogenannten Verlustvarietäten, welche namentlich die Abwechselung in den Blüthenfarben hervorbringen, sei es, dass einfaches Weiss an die Stelle einer anderen einfachen Farbe tritt, sei es, dass die complicirten Färbungen

[1] Den mutabelen Zustand der inneren Eigenschaften, wie er in der Prämutationsperiode entsteht (Bd. I, S. 352), werden wir im nächsten Abschnitt studiren; in diesem Zustande gehorchen die Eigenschaften den Mendel'schen Gesetzen nicht. Ueber die Möglichkeit weiterer Zustände vergl. Bd. I, S. 424.

[2] Hierbei ist an den Satz zu erinnern, dass Varietäten im Grunde nur kleine Arten sind.

und Zeichnungen der Blüthen zerlegt und in den mannigfachsten neuen Verbindungen der einzelnen Factoren vorgeführt werden. Die degressiven Mutationen bedingen jene seitlichen Abschweifungen vom Typus, welche sich fast überall wiederholen können. So vor Allem die bunten Blätter und gefüllten Blumen, und ferner eine Reihe mehr oder weniger monströser Bildungen.

Wendet man hierauf unseren Satz an, dass gerade die retrogressiven und degressiven Merkmale jene sind, welche den MENDEL'schen Gesetzen folgen, so ergiebt sich, dass diese letzteren im Gartenbau eine sehr hervorragende Bedeutung haben müssen. Fast überall darf man ihre Wirkung erwarten, und es liegt auf der Hand, dass manche bis jetzt nicht verstandene oder unrichtig gedeutete Erscheinung auf diesem Wege eine einfache Erklärung finden wird.

Aus der reichen Fülle der Beispiele möchte ich eins näher beleuchten, weil es auf die herrschenden Ansichten über die Entstehung und das Wesen der Arten einen grossen Einfluss gewonnen hat. Ich meine die Frage nach dem Atavismus. Das Wichtigste hierüber habe ich bereits im ersten Bande (S. 482—523) zusammengestellt und durch Besprechung des Atavismus durch sogenannte Knospenvariation, sowie durch eine eingehende Behandlung der Erblichkeitserscheinungen bei gestreiften Blüthen näher beleuchtet.

Aber im Gartenbau spielt der Begriff oder vielmehr der Name Atavismus eine viel bedeutendere Rolle. Eine ganze Reihe von Erscheinungen wird mit diesem Namen angedeutet. Ueberall auf den Aeckern, wo die Flurblumen im Grossen gezogen werden, um die Samen für den Handel zu liefern, sieht man zwischen den Hunderten und Tausenden der Individuen einer Varietät hier und dort ein abweichendes Exemplar. Führt dieses den Typus der betreffenden Art, so betrachtet man es als einen Rückschlag, und dieser Atavismus ist nach VILMORIN der grösste Feind der reinen Culturen.

Nach meinen Untersuchungen handelt es sich hier aber nicht um reinen Atavismus, sondern um die Folgen von Kreuzungen. Und die Anwendung der MENDEL'schen Gesetze giebt in den meisten Fällen eine einfache Erklärung. Namentlich der Satz, dass das Artmerkmal gegenüber dem antagonistischen Kennzeichen der Varietät präponderant ist. Denn daraus ergiebt sich sofort, dass jede zufällige Kreuzung einer Varietät mit dem Staube der betreffenden Art in der Aussaat des nächsten Jahres Pflanzen mit dem Artmerkmal hervorbringen muss. Und diese bilden die Atavisten des Gartenbaues.

Den näheren Beweisen für diesen Ausspruch werde ich die folgenden Paragraphen widmen.

Dabei werde ich den üblichen aber unrichtigen Ausdruck Atavismus durch einen anderen ersetzen müssen. Und da es sich wohl stets um ein Variiren unter dem Einflusse des Blüthenstaubes der Nachbarn handelt, werde ich diese sogenannten Atavisten lieber Vicinisten nennen (*Vicinus:* Nachbar), und die Erscheinung selbst als Vicinovariiren andeuten.

§ 36. Die Reinheit käuflicher Samenproben.

Mehrfach habe ich hervorgehoben, dass dasjenige, was in der Praxis als Variabilität und Atavismus bezeichnet wird, zu einem grossen Theile die Folge zufälliger Kreuzungen ist.[1] Es soll jetzt meine Aufgabe sein, diesen Ausspruch näher auszuarbeiten und durch Thatsachen und Beobachtungen zu belegen.

Liest man die besten Werke der Gartenbau-Literatur aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, wie z. B. diejenigen von L. Vilmorin und Verlot, so findet man, dass diese Verfasser mehrfach die Ueberzeugung aussprechen, dass der „Atavismus“, dieser grosse Feind aller Culturen, wesentlich durch Kreuzung bedingt sei. Hier hat das Wort also offenbar eine ganz andere Bedeutung als in unserer Wissenschaft. Es bezeichnet nur die Erscheinung des Auftretens älterer Typen in den Saaten neuerer Varietäten, ohne Rücksicht auf ihre Erklärung. In der Biologie verbinden wir aber mit diesem Worte den Begriff eines Rückschlages, der durch Vererbung der vorelterlichen Eigenschaften im latenten Zustande verursacht wird, und schliessen die Uebertragung fremden Blutes in eine Cultur durch Pollentransport davon aus.[2]

Diese Anwendung des Begriffes „Atavismus“ im Gartenbau hat aber auf die Frage nach der Constanz und der Entstehungsweise der Varietäten gewöhnlich einen grossen, nachtheiligen Einfluss. Denn in sehr vielen Fällen ist das sogenannte Fixiren nur ein Reinigen von beigemischten Kreuzungsproducten. Da aber die meisten Varietäten einer solchen Reinigung mindestens in den ersten Jahren nach ihrem Auftreten, und oft noch viel später, bedürfen, so scheint es, dass sie nur allmählich constant werden. Und diese Vorstellung von der langsamen Fixirung neuer Formen ist einerseits eine wichtige Stütze der Selectionslehre, andererseits ist sie durch diese selbst viel weiter verbreitet, als sie es eigentlich verdient.

[1] Vergl. Bd. I, S. 56—58, S. 138 u. s. w.

[2] Vergl. die historische Note im ersten Abschnitt, § 5, S. 42 dieses Bandes.

Aus diesem Grunde halte ich es für wichtig, dass man sich über die Reinheit der gärtnerischen Producte möglichst klar werde. Die allgemeinen Verhältnisse sind ziemlich einfache, sie verbergen aber eine Fundgrube neuer Thatsachen, welche früher oder später an's Licht gefördert werden werden, und welche dann voraussichtlich unsere Kenntniss von dem Wesen der Varietäten und Arten sehr erheblich werden vertiefen können. Solche Fälle wollen wir hier aber ausschliessen, so namentlich die Erscheinungen, welche die Erblichkeit vieler Rassen mit gefüllten Blumen darbietet. Abgesehen von dem bekannten Beispiel der Levkojen giebt es Arten, deren Varietäten mit gefüllten Blüthen an sich steril sind, und nur durch Kreuzung mit der einfachen oder halbgefüllten Form Samen liefern (*Petunia, Papaver nudicaule* u. s. w.). Es liegt auf der Hand, dass in solchen Fällen die Samenproben nur einen gewissen Procentsatz, meist etwa die Hälfte, an gefülltblüthigen Individuen enthalten. Auch die gestreiften Blumen bieten andere Verhältnisse, welche aber bereits im ersten Bande (S. 489) besprochen worden sind.

Bezieht man Samenproben aus den besten Handelsgärtnereien des In- und Auslandes, so findet man in Bezug auf ihre Reinheit fast überall dasselbe. Die Proben sind praktisch rein, Unreinheiten aus Nachlässigkeit oder Mangel an Sorgfalt sind sehr selten. Manche Proben sind ganz rein; sie geben nur Individuen desselben Typus. Andere enthalten etwa 1—3 % Beimischungen, und dieses ist der gewöhnliche Fall. Das Folgende wird zeigen, dass aus diesem Grad der Verunreinigung kein begründeter Tadel gemacht werden kann, es ist eben das Beste, was in der Praxis, ohne ganz bedeutende Preiserhöhung der Waare, zu erreichen ist.

Wirkliche Verunreinigungen beschränken sich meist auf das Vorkommen anderer Arten derselben Gattung. So fand ich in einer Samenprobe von *Anagallis coerulea* Samen von *A. arvensis*, unter *Papaver umbrosum* solche von *P. Rhoeas* u. s. w.[1] Bei der Aussaat können einzelne Samen auf ein benachbartes Beet übergeweht werden, Mäuse sollen mitunter in den grösseren Geschäften Samen verschütten,[2] und Fehler beim Reinigen der Siebe zwischen dem Sieben der einzelnen

[1] Meine Samen habe ich stets direct von den grössten Samenhändlern Europa's bezogen. Aber aus Furcht, dass Jemand in meinen Mittheilungen Veranlassung zu Tadel suchen möchte, muss ich es unterlassen, die Bezugsquellen in den einzelnen Fällen namhaft zu machen.

[2] Auch mir ist dieses im Anfang meiner Culturen mit *Oenothera* einmal vorgekommen.

Sorten sind selbstverständlich nie absolut zu vermeiden. Aber alle diese Fälle sind ohne Bedeutung.

Viel wichtiger ist der Umstand, dass die Anforderungen des Betriebes, bei der Bestellung, beim Reinigen und bei der Samenernte es unerlässlich machen, dass die verschiedenen Varietäten einer und derselben Art auf dem Felde dicht oder doch ziemlich dicht neben einander cultivirt werden. Bei meinen Besuchen in die Gärtnereien von Erfurt, Quedlinburg u. s. w. hat mich diese Thatsache stets am meisten erstaunt, und es hat mir anfangs grosse Mühe gemacht einzusehen, dass eine Zerstreuung der Varietäten derselben Art auf entfernte Theile derselben Gärtnerei die Kosten des Betriebes so stark erhöhen würde, dass solches praktisch einfach unausführbar ist. Dennoch verhält es sich so.

Diese Nachbarschaft der verwandten Sorten ist die Ursache der in der Praxis erlaubten Unreinheiten. Die Hummeln und Falter tragen, wie selbstverständlich, und wie ich auch mehrfach sah, den Blüthenstaub von dem einen Beet auf das benachbarte. Kreuzungen sind unvermeidlich, und unter der Aussaat des nächsten Jahres, d. h. also eines jeden Jahres, kommen überall einzelne Bastarde vor.

Welchen Antheil werden diese am Bestand der Beete haben? Es hängt dieses wesentlich von den Arten ab. Denn bei freiem Insectenbesuch pflegt Selbstbefruchtung keineswegs ausgeschlossen zu sein, sei es, dass die Pflanze zum Theil sich ohne Hülfe befruchtet, wie z. B. *Oenothera biennis* und *O. muricata,* sei es, dass die Insecten den Staub von der einen auf die anderen Blüthen derselben Pflanze übertragen, wie in den meisten Rispen und Trauben.[1] Es giebt im Gartenbau Arten, welche ohne Vermischung dicht neben einander cultivirt werden können, und andere, welche es praktisch gar nicht gelingt, rein zu halten.

Bei ausschliesslicher Selbstbefruchtung können Pflanzen selbstverständlich rein sein, wie z. B. viele Getreidearten. Ich führe als Beispiel die Löffelgerste oder Nepaulgerste (*Hordeum trifurcatum*) an, von der ich mehrfach Samenproben geprüft habe; ich fand sie stets völlig rein (Fig. 6 und 7 auf S. 40). Auch sonst findet man häufig käufliche Samenproben rein, d. h. bei Cultur in nicht zu geringem Umfang einförmig ohne Ausnahme.[2] So fand ich z. B. den Zwergtypus

[1] Es wäre sehr wichtig, durch statistische Untersuchungen das Verhältniss von Selbst- und Fremdbefruchtung bei der Bestäubung durch Insecten für eine Reihe von Pflanzen zu ermitteln.

[2] Die Gärtner pflegen ihre Beete rein zu halten, indem sie die Abweichungen ausschalten, wo sie sich zeigen; in den Versuchen über die Reinheit lässt man selbstverständlich alles zur Entfaltung kommen.

von *Alyssum maritimum nanum,* die Blüthenfarbe von *Anagallis grandiflora carnea,* von verschiedenen Levkojen, von *Phlox Drummondi alba,* von der gelben, weissgeränderten Sorte von *Salpiglossis* u. s. w. rein. Ebenso war die Form ohne Zungenblüthen von *Matricaria Chamomilla,* also die *M. Ch. discoidea,* so oft ich sie aussäte, völlig constant (Fig. 73 und 74). Sie ist überhaupt so constant, dass sie von vielen Autoren als besondere Art *M. discoidea* D. C. behandelt wird.[1]



Fig. 73. *Matricaria Chamomilla discoidea.*



Fig. 74. *Matricaria Chamomilla* (Kamille).

In anderen Samenproben fand ich gewöhnlich einen oder einige Procente von Beimischungen, welche sich fast stets als andere Varietäten derselben Art ergaben.

Die Reinigung der Sorten findet auf den grossen Gärtnereien während der Blüthezeit auf dem Acker statt. Ich habe, namentlich

[1] Prof. Giard machte mich darauf aufmerksam, dass sie auch in anderen Merkmalen abweicht. So sind ihre Blüthen vierzählig und diejenigen der gewöhnlichen Kamille fünfzählig. Die *discoidea* verbreitet sich in der letzten Zeit in Nord-Amerika und im nördlichen Europa sehr stark. Vergl. Jens Helmboe, *Vore Ugraesplanters Spredning* und *Nyt Magazin for Naturv.* Bd. 38.

bei Erfurt, mehrere Gärtnereien zu dieser Zeit besucht, um den Process im vollen Gange studiren zu können. Fast überall sieht man auf den Beeten einzelne Exemplare mit abweichender Blüthenfarbe, nicht selten verhältnissmässig viele. Wo Zwergvarietäten cultivirt werden, stehen zwischen diesen hier und dort die hohen Artgenossen, die anderen weit überragend und somit sehr auffallend, wie ich dieses z. B. bei *Delphinium Ajacis* sah. Ueberall sind in den Feldern Arbeiter beschäftigt, solche „Atavisten" auszuroden. Ich sah dieses z. B. bei *Dianthus barbatus*, *Phlox Drummondi*, *Digitalis purpurea* und bei zahlreichen anderen Sorten. Haufenweise sieht man die in vollster Blüthenpracht weggeworfenen Pflanzen an den Rändern der Aecker liegen.

Die Reinigung geschieht in der Blüthezeit. Es würde viel zu viel Arbeit kosten, jede Pflanze auszumerzen, sobald sie sich als eine unechte zeigte. Daraus folgt aber, dass die ersten Blüthen der „Atavisten" bereits eine mehr oder weniger grosse Zahl von Narben der echten Exemplare der Varietät befruchtet haben können. Gelangen nun die betreffenden Samen in die Ernte, so ist erstens diese nicht völlig rein, zweitens aber muss der Ausleseprocess im nächsten Jahre, und so ferner jährlich, wiederholt werden. Es wird ein gewisser, für die Praxis ausreichender Grad von Reinheit erreicht, aber kein absoluter.

Wie gross die Reinheit ausfällt, hängt offenbar theilweise von den Eigenschaften der Arten selbst ab. Fallen die ersten Samen vor der Ernte ab, so erhöht dieses die Reinheit u. s. w. In anderen Fällen gelingt es trotz aller Sorge nicht, die Ernte zu einer guten zu machen. Jedes Jahr geht die Sorte zurück, bis sie schliesslich aufgegeben wird, wie mir solches z. B. von einzelnen Varietäten von *Iberis coronaria* gezeigt wurde, während andere, z. B. *Ib. cor. Empress,* trotz eines zu grossen Gehaltes an „Atavisten", doch noch als für den Handel geeignet betrachtet wurden. Viele sonst gute Varietäten sollen aus dem Grunde, dass es nicht gelang sie zu reinigen, verlassen und überhaupt nicht in den Handel gebracht worden sein.

Varietäten, welche bei der Kreuzung sofort ihr Merkmal verlieren, d. h. solche, deren Eigenthümlichkeit sich recessiv verhält, sind weit leichter zu reinigen als andere. Denn die Bastarde sehen gleich anders aus, und werden somit stets bei der Auslese entfernt. Daher rührt es, dass die weissblüthigen Varietäten den Ruf besonderer Constanz haben. Denn ihre Kreuzung mit der Mutterart giebt, so weit bekannt, Bastarde, deren Blüthen die Farbe der Art besitzen. Bei manchen Arten heisst die eine oder die andere weisse Sorte

„Die Braut". So war es z. B. 1891 in Erfurt gelungen, von den einfachen Sorten von *Dianthus Heddewigii* „Die Braut" völlig zu „fixiren", von den übrigen Sorten aber noch keine einzige.

Betrachten wir jetzt die Culturen der ursprünglichen Arten. Diese sind selbstverständlich Kreuzungen mit ihren benachbarten Varietäten ausgesetzt. Aber da das Merkmal zu dominiren pflegt und also auch im Bastard vorherrscht, werden die Bastarde auf den Beeten von den echten Exemplaren bei der Auslese nicht unterschieden werden können. Sie werden somit nicht ausgemerzt. Ihre Samen gelangen in die Ernte, ihr Staub befruchtet die Nachbarn. Im nächsten Jahre treten dann Spaltungen ein, welche die stattgefundene Verunreinigung sichtbar machen. Solche Kreuzungen bilden offenbar eine der grössten Schwierigkeiten bei der Reinigung. Diese kann ja in solchen Fällen nie eine völlige werden; es würde dazu erforderlich sein, rein wissenschaftliche Isolirungsmethoden in die Praxis einzuführen, und das würde die Waare viel zu theuer machen.

Es liessen sich diese Betrachtungen leicht weiter ausmalen, namentlich unter Anwendung der neueren Ergebnisse der Bastard-Forschungen. Doch kommt es hier mehr auf die Feststellung der Thatsache selbst, als auf ihre Erklärung an. Ich gehe somit jetzt dazu über, eine Reihe von Beobachtungen anzuführen, welche ich bei der Aussaat von aus dem Grosshandel bezogenen Samenproben über ihre Reinheit im Laufe der Jahre gesammelt habe.

Antirrhinum majus luteum gab auf 44 echten Exemplaren ein rothblühendes; *A. m. Delila* enthielt zwei rothe, ein weisses und zwei Exemplare von der Varietät *Firefly* auf 43 Pflanzen. Ebenso enthielt die *Firefly* ein Exemplar *Delila* und zwei rothe auf 39 Pflanzen. Wie man sieht, kommt roth, d. h. die Farbe der Mutterart und mehrerer Bastarde, unter den Beimischungen am häufigsten vor. Ebenso war es bei drei anderen in ähnlicher Weise geprüften Varietäten des Löwenmauls. *Bellis perennis plena „schneeweiss"* wurde vor Kurzem in den Samen-Katalogen angeführt „mit 20 % rother Exemplare", da sie von der rothen Form abstammt. Unter Aussaaten der *Var. plena* fand ich bisweilen die Form mit gestielten Seitenköpfchen (*Hen and chicken daisy*). *Begonia semperflorens atropurpurea Vernon*, diese dunkelbraunrothe Varietät, giebt gewöhnlich einzelne rein grüne Exemplare, und es bleibt zweifelhaft, ob diese stets Kreuzungsproducte oder bisweilen Beweise wirklicher Inconstanz der Sorte sind. Von *Calliopsis tinctoria* (*C. bicolor*) sind der gelbe Typus, die *Var. brunnea* und die *Var. fistulosa* im Handel fast rein, jede von ihnen

pflegt aber einzelne Individuen der beiden anderen, wenigstens in grösseren Aussaaten, zu geben. *Iberis umbellata rosea* enthielt auf 100 Pflanzen eine weisse und zehn violette; diese letzteren isolirte ich und säte ihre Samen im nächsten Jahre, sie lieferten grossentheils violette Blumen (die Farbe der Art und wohl auch der Bastarde), zum Theil aber auch Exemplare der *Var. alba* und der *Var. rosea. Papaver somniferum nanum album plenum* „*Der Schwan*“ gab auf etwa 60 blühenden Pflanzen des echten Typus zwei mit ungefüllten Blüthen und eine rothe schöngefüllte; alle drei waren Zwerge. Als ich dann einige echte Exemplare mit ihrem eigenen Pollen befruchtete, erhielt ich die *Schwan*-Sorte völlig rein (1894), und seitdem hat sie, im Laufe mehrerer Generationen, bei Selbstbefruchtung nie ein abweichendes Exemplar hervorgebracht. *Scabiosa atropurpurea* gab ein blassrothes Exemplar. Varietäten von Bäumen und Sträuchern scheinen viel schwieriger rein zu halten zu sein, vielleicht einfach aus dem Grunde, dass man die „Atavisten“ nicht ausmerzen mag. *Sambucus racemosa serratifolia* gab unter 14 Exemplaren vier echte und zehn der gewöhnlichen Form der *S. racemosa. Betula alba laciniata* gab nur Pflanzen mit ungeschlitzten Blättern auf etwa 20 Keimlingen.

Es lohnt sich nicht, diese Liste weiter auszuarbeiten. Jedesmal, wenn man käufliche Samenproben aussät, kann man sich ein Urtheil über deren Reinheit bilden. Die mitgetheilten Beispiele lehren aber, dass die Proben sehr oft völlig rein sind, in anderen Fällen aber einzelne Samen anderer Typen enthalten. Diese sind wohl zumeist Bastarde, und durch Kreuzung im Jahre der Ernte auf der betreffenden Gärtnerei entstanden. Zum kleineren Theile sind es andere Beimischungen, deren Ursache in Kreuzungen früherer Jahre und in den Spaltungsproducten der so gebildeten Bastarde zu suchen ist. Gewöhnlich lassen sich die Varietäten sofort reinigen, wenn man, im ersten Jahre der Cultur, seine Samenträger isolirt oder künstlich befruchtet. Besteht die Gefahr, dass Bastarde mit dem Typus der cultivirten Sorte vorkommen, so hat man dann die Samen eines jeden Samenträgers für sich zu ernten und zu säen, um womöglich an den Spaltungen in der nächsten Generation die Bastarde erkennen zu können. Weitaus die meisten Sorten zeigen sich bei solchen Maassregeln bald rein und beständig.[1]

---

[1] Es würde sich lohnen, diese Versuche in grösserem Maassstabe durchzuführen, um etwaige wirklich inconstante Varietäten herauszufinden und näher untersuchen zu können.

§ 37. Das Vicinovariiren und die Vicinisten.

Nach den Erfahrungen des vorigen Paragraphen bilden zufällige Kreuzungen in weitaus den meisten Fällen die Ursache derjenigen Erscheinung, welche man im Gartenbau allgemein als Atavismus bezeichnet. Die Sorten verlaufen unter dem Einflusse ihrer Nachbarn, wie es heisst. Dieses Variiren unter dem Einflusse der Nachbarn kann man jetzt wohl nicht mehr als Atavismus nennen, es lässt sich aber einfach mit dem oben (S. 376) vorgeschlagenen Worte Vicinovariiren oder Vicinismus bezeichnen.

Dieses Vicinovariiren ist eine der bedeutendsten Fehlerquellen, sowohl bei älteren als bei neueren Versuchen über die Constanz der Arten, und verdient deshalb ein sehr genaues Studium. Denn es hat manchen unter den besten Forschern zu Trugschlüssen verleitet oder doch wenigstens zu völlig unbewiesenen Behauptungen.

Ich führe zunächst ein Beispiel an. Einer der berühmtesten Botaniker, der sich um die Variabilitätslehre sehr verdient gemacht hat, theilt einen Versuch mit, der „die plötzliche Abänderung in einem der geschlechtlich erzeugten Nachkommen einer normalen Pflanze“ beweisen sollte.[1] Es galt dem Wallnussbaum, *Juglans regia,* und dessen Varietät *laciniata.* Unter den Nüssen eines anscheinend völlig normalen Baumes von *J. regia* ergab sich bei der Aussaat eine als ein Exemplar von *J. r. laciniata,* eine Handelsform, welche aber in dortiger Gegend nicht cultivirt wurde. Wäre es gewiss, dass jener alte Baum sortenrein war, so würde die Beobachtung den Schluss wohl rechtfertigen; so lange dieses aber nicht untersucht worden ist, beweist sie meines Erachtens nichts. Jedes beliebige, in einem Garten unter dem Namen „*Juglans regia*“ cultivirte Exemplar k a n n ein Bastard von dieser und der geschlitztblätterigen Sorte sein. Denn bezieht man aus dem Grosshandel Nüsse der *J. r. laciniata,* so gehen daraus, wie ich selbst beobachtete, oft mehr *regia*- als *laciniata*-Exemplare auf. Die ersteren sind dann vermuthlich Bastarde, in der Gärtnerei durch Kreuzung entstanden. Dass sie auf *laciniata*-Bäumen gesammelt sind, braucht man dafür nicht anzuzweifeln. Solche Bastarde können, nach bekannten Analogien,[2] der reinen Sorte fortwährend ganz gleich aussehen und dennoch aus ihren Samen theilweise die geschlitztblätterige Form der Grossmutter reproduciren.

Meiner Ansicht nach sind eine grosse Reihe von Angaben über

[1] *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. IX. S. 215.

[2] Vergl. diesen Abschnitt § 6 und namentlich die Bastarde des geschlitztblätterigen und des normalen *Chelidonium.* S. 145.

das plötzliche Entstehen von Varietäten aus der Mutterform in dieser Weise zu erklären. Selbstverständlich leugne ich nicht, dass die betreffenden Formen ursprünglich aller Wahrscheinlichkeit nach durch Mutation entstanden sind, aber es gehört mehr dazu, um in den einzelnen Fällen den exacten Beweis dafür zu liefern.

Im ersten Bande (z. B. S. 55—57 und S. 138—139) habe ich bereits mehrfach hervorgehoben, dass weder das plötzliche Entstehen



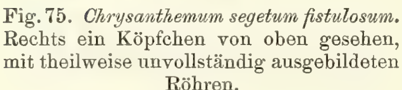


Fig. 75. *Chrysanthemum segetum fistulosum.* Rechts ein Köpfchen von oben gesehen, mit theilweise unvollständig ausgebildeten Röhren.

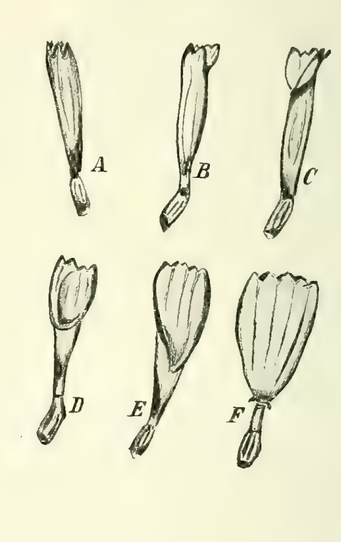


Fig. 76. *Chrysanthemum segetum fistulosum.* *A* Eine Zungenblüthe in eine vollständige Röhre verwandelt. *B*—*E* Geringere Grade der Umwandlung. *F* Fast normale Zungenblüthe.

von Varietäten, noch die behauptete Inconstanz mancher Sorte, noch auch die Zunahme der Constanz beim sogenannten Fixiren neuer Varietäten bewiesen werden kann, wenn man nicht sehr genau auf die Möglichkeit von Kreuzungen Acht giebt. Und zwar namentlich auf Kreuzungen in den Generationen, welche vor Anfang des Versuches gelebt haben. Viele einschlägige Angaben in der Literatur,[1]

[1] Eine Reihe von Beispielen ist von De Candolle zusammengestellt worden, vergl. *Géographie botanique* II, 1855. S. 1083.

welche früher als gute Beweise betrachtet wurden, zeigen sich dieser Kritik gegenüber als völlig ungenügend. Denn gerade über den Punkt, auf den es ankommt, lassen sie uns im Zweifel.

Aus den angeführten Gründen werde ich zunächst versuchen, das Vicinovariiren direct nachzuweisen und zu zeigen, wie die Beobachtungen im Versuchsgarten die im vorigen Paragraphen gegebene Erklärung der Unreinheiten in den grossen Gärtnereien als völlig berechtigt erscheinen lassen.

Eine ganze Reihe von Formen, welche bei völliger Isolirung oder künstlicher Selbstbefruchtung sich rein und ohne Rückschlag erhalten,[1] liefern unreine Samen, sobald in einiger Entfernung verwandte Varietäten oder Arten cultivirt werden. In sehr vielen Fällen kann man ohne Mithülfe der Insecten keine hinreichende Ernte für umfangreiche Culturen oder Auslese-Versuche bekommen, wie z. B. bei vielen Compositen und Klee-Arten, und es ist dann einfach unmöglich, zwei oder mehrere verwandte Sorten in demselben Garten rein zu halten. Während mehrerer Jahre hatte ich die Gelegenheit, solche Culturen in einer gegenseitigen Entfernung von etwa 100 Meter zu machen, aber auch dadurch wird die Reinheit nicht gesichert.

Als erstes Beispiel nenne ich *Aster Tripolium.* Von diesem liess ich vier Exemplare der *Var. alba* in 100 Meter Entfernung von einem grösseren Beete mit der blauen Stammsorte blühen; andere Astern gab es in der Umgebung nicht. Die Samen der vier weissen Mütter lieferten 1136 weissblühende Exemplare und ein einziges blaues (1898). *Polemonium coeruleum album* blühte 1897 in einer Entfernung von etwa 40 Meter von *P. coeruleum;* seine Samen gaben 226 weissblühende Exemplare und ein blaues; als ich aber im nächsten Jahre den Versuch bei besserer Isolirung wiederholte, erhielt ich nur weisse Nachkommen. *Thymus Serpyllum album* blühte in meinem Garten im Sommer 1896 in grosser Entfernung des *Th. Serpyllum* in der systematischen Abtheilung. Ihre Samen gaben auf 781 weissen ein Exemplar mit der Blüthenfarbe der Mutterart. *Brunella vulgaris alba* blühte in meinem Garten zu dicht neben der systematischen Abtheilung in einer Entfernung von nur 25 Meter von der Art; sie gab auf 367 Keimpflanzen 72 % grüne weissblühende und 28 % braune violettblühende. Später, bei grösserer Entfernung, gab sie auf etwa 500 weissen Nachkommen nur ein einziges braunes, violettblühendes Exemplar, u. s. w.

Genau so verhält es sich, wenn man im Freien Samen von einer

[1] Für die Beispiele vergl. § 8, S. 463 des ersten Bandes.

seltenen Varietät sammelt. Wächst sie in der Nähe der Art, so geben ihre Samen oft anscheinend nur diese. So fand ich Exemplare von *Aster Tripolium album* unweit Huizen zwischen der gewöhnlichen Sorte in voller Blüthe, und verpflanzte sie nach Amsterdam, um später die Samen ernten zu können. Diese gaben 95 % blaue und 5 % weisse Nachkommen. *Erythraea Centaurium album* fand ich im Freien anscheinend isolirt, unweit Heemskerk. Die Samen gaben 80 blühende Exemplare, von denen zwei roth und die übrigen weiss blühten.

In vielen Fällen habe ich solche Vicinovarianten oder Vicinisten isolirt oder künstlich befruchtet. Sie ergaben sich dann als Bastarde und sind theilweise im zweiten Abschnitt als Beispiele für die Spaltungen benutzt worden. (Vergl. ausser den genannten auch *Viola cornuta, Amarantus caudatus* u. a.)

Ist man durch Umstände gezwungen, von einer Art zwei Sorten zu cultiviren, so ist es oft geradezu unmöglich, sie rein zu halten oder gar die Frage zu beantworten, ob sie völlig constant sind oder nicht. *Chrysanthemum segetum* gehört leider zu den Arten, welche für ihre Nachbarn sehr empfindlich sind. Neben meinem *Chrysanthemum segetum plenum* (Taf. VIII und Bd. I, IV § 22) habe ich vergeblich versucht, *C. segetum fistulosum* rein zu bekommen. Ob es völlig constant sein kann, weiss ich nicht, und da ich die *plenum*-Cultur nicht aufgeben will, werde ich es auch nicht untersuchen können. Bei einer Entfernung von 10—20 Meter zeigten beide Sorten viele Vicinisten; dabei hatte das 13-strahlige *fistulosum* theils Exemplare mit 13 offenen Zungenblüthen, theils solche mit 21 röhrigen Strahlen, also unter offenbarem „Einfluss" meiner damaligen 21-strahligen Rasse (1896). Als ich später die Culturen in einer Entfernung von 100 Meter machen konnte, zeigte die 21-strahlige nur noch einmal eine röhrige Pflanze, das *fistulosum* liess sich aber nur bis 97 % reinigen (auf etwa 200 blühenden Pflanzen, 1898). Die Figuren 75 und 76 stellen das Varietätsmerkmal des *fistulosum* dar, welches, wie man sieht, bedeutender, wenn auch verhältnissmässig seltener fluctuirender Variabilität unterliegt (vergl. auch Taf. VIII). Von *Agrostemma coronaria alba* liess ich zwei Exemplare durch Insecten befruchten, während in einer Entfernung von 100 Meter *A. cor. bicolor* (weiss mit röthlichem Herzen) blühte. Von den beiden *alba*-Exemplaren säte ich die Samen getrennt; die eine Probe gab eine ziemlich reine Nachkommenschaft (95 % *alba* und 5 % *bicolor* auf 174 Ex.); die andere muss ganz zufällig sehr stark mit dem Pollen der entfernten *bicolor* beladen worden sein, denn sie gab auf 99 Keimpflanzen 63 *bicolor* und nur 36 *alba*. Und ähnlich in anderen Versuchen.

In allen diesen Versuchen ist es selbstverständlich immerhin möglich, dass auch ein wirklicher Atavismus hier und dort einen Antheil an dem beobachteten Ergebniss hat. Und solches selbst dann, wenn Controle-Versuche mit besserer Isolirung auf völlige Constanz hindeuten. Denn eine einförmige Cultur von einigen Hundert oder Tausend Exemplaren kann ja nie beweisen, dass nicht auf hunderttausend ein Fall von Rückschlag vorkommen kann. Diese Schwierigkeit ist aber dann ausgeschlossen, wenn durch zufällige Kreuzungen Artbastarde entstehen, und Jedermann weiss, dass solches von Zeit zu Zeit stattfindet. Es bildet ja dieser Umstand einen sehr wesentlichen Vortheil des Vicinovariirens auf den Gärtnereien. Denn neben der Sicherheit, vieles bereits Bekannte wegwerfen zu müssen, besteht immerhin die Aussicht, gelegentlich eine neue, werthvolle Combination auf den Aeckern anzutreffen.



Fig. 77. *Polemonium coeruleum album.*

Auch in meinen Culturen haben solche Artkreuzungen gelegentlich zufällig stattgefunden, und zwar bei bekannter Entfernung der beiden Eltern. Sie lehren, wie leicht einzelne Pollenkörner durch Insecten auf einer Entfernung von bis 100 Meter und mehr auf die Narben verwandter Sorten übertragen werden können. So erhielt ich aus Samen von *Phaseolus nanus* einen Bastard dieser Art mit *P. multiflorus*, während der Vater etwa 20 Meter weit von der Mutterart entfernt war. Ebenso aus Früchten von *Raphanus Raphanistrum,* bei einer Entfernung von 80 Meter von *R. caudatus,* einzelne Samen, welche den Bastard lieferten. *Chrysanthemum segetum,* 1895 in geringer Entfernung von *C. coronarium* cultivirt, gab 1896 auf einem Beete von über 400 Pflanzen 170 Exemplare mit dem Typus der Bastarde. Im Sommer 1897 hatte ich zwei Pflanzen von *Polemonium dissectum album,* während in einer Entfernung von etwa 100 Meter ein Beet von *Polemonium coeruleum album* blühte. Die Samen der ersteren Pflanzen ergaben 126 blühende Exemplare, ohne Ausnahme weissblühend; zwei waren aber dem

P. coeruleum ähnlich, während die übrigen die feiner getheilten Blätter des *P. dissectum* trugen (Fig. 77). Es muss somit im Sommer 1897 ein wenig Pollen von dem einen Beet, trotz der grossen Entfernung, auf das andere übertragen worden sein.

Eine etwas vollständigere Beobachtungsreihe gab mir eine Cultur von *Brunella vulgaris pinnatifida* und *B. vulgaris alba.* Erstere ist fast doppelt so hoch wie letztere und ist an den fiederförmig eingeschnittenen Blättern leicht kenntlich; die Pflanzen blühten wie die Mutterart, violett. Die weissblühende Varietät hatte ich auf ihre Constanz geprüft; sie gab nach isolirter Blüthe auf über 500 blühenden Nachkommen keine einzige violette oder sonst abweichende Form. Im Sommer 1897 blühten zerstreute Exemplare der *alba* gleichzeitig mit der *pinnatifida,* aber in verschiedener Entfernung von dieser. Von jeder *alba* wurden die Samen getrennt geerntet und gesät, und im nächsten Jahre fand ich

bei einer Entfernung der Eltern von	2 Meter . . .	6 Bastarde,
„ „ „ „ „ „	5 „ . . .	5 „
„ „ „ „ „ „	15 „ . . .	1 Bastard
„ „ „ „ „ „	16 „ . . .	1 „

Als Bastarde sind hier Pflanzen bezeichnet, welche höher als ihre Nachbarn waren, fiederförmig eingeschnittene Blätter und violette Blüthen hatten. Die übrigen Exemplare, meist etwa 10 pro Gruppe, glichen ihrer weissblühenden Mutter.

Wie man sieht, finden somit Kreuzungen bei geringer Entfernung sehr leicht statt, fehlen aber bei grösseren Zwischenräumen nicht.

Die in diesem Paragraphen mitgetheilten Beobachtungen lehren, dass Culturen durch gegenseitige Entfernungen von weniger als 100 Meter nicht derart isolirt werden können, dass sie bei freiem Insectenbesuch gegen gelegentliche Uebertragung von Pollen und somit gegen Kreuzungen geschützt wären. Bei geringeren Entfernungen ist also künstliche Befruchtung unter Ausschluss des Insectenbesuches unerlässlich, wenn man aus seinen Versuchen Schlüsse auf etwaigen Atavismus zu ziehen wünscht.

§ 38. Kritik des Gartenbau-Atavismus.

Zufällige Rückschläge von Pflanzen durch sogenannte spontane Variation sind in der Gartenbauliteratur sehr zahlreich verzeichnet worden. Bei wildwachsenden Arten scheinen sie dagegen sehr selten zu sein, namentlich scheint bei diesen ein Rückschlag durch Knospen-

variation, mit Ausnahme des oben behandelten Falles der Buntblätterigkeit, fast nie vorzukommen. Und Rückschläge aus Samen sind im Freien nicht leicht zweifelsfrei nachzuweisen.

Durchsucht man aber die Literatur mit Rücksicht auf das in den beiden vorigen Paragraphen ausgearbeitete Princip des Vicinovariirens, so findet man bald, dass fast überall Zweifel möglich sind. Wenigstens in neun Zehnteln der Fälle lässt sich die mitgetheilte Beobachtung viel einfacher oder doch ebenso gut erklären, wenn man dazu eine Kreuzung annimmt. Und nur sehr selten liegen die Verhältnisse so, dass diese Möglichkeit wirklich ausgeschlossen wäre.[1]

Es liegt kein Grund vor, atavistische Variation bei Fortpflanzung durch Samen zu leugnen, und im ersten Bande glaube ich hinreichend gesicherte Beobachtungen angeführt zu haben. Hier aber gilt es nachzuweisen, dass Vieles, worauf bis jetzt unsere Ueberzeugung vom Atavismus beruht, in einfacherer Weise durch Kreuzung erklärt werden kann.

Es sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden. Erstens kann die Kreuzung stattgefunden haben auf der Mutterpflanze, deren Samen man erntete. Die Mutter ist dann genau bekannt, aber die Möglichkeit eines anderen Vaters ist nicht ausgeschlossen. So verhält es sich allgemein in den Handelsgärtnereien, und ebenso lag die Sache in den Versuchen des vorigen Paragraphen. Zweitens kann aber die Kreuzung in einer früheren Generation bewirkt worden sein, und man hat seine Samen dann auf einem Bastard gesammelt. Oben haben wir gesehen, wie gar häufig Bastarde einem ihrer beiden Eltern anscheinend völlig gleichen. Es muss somit sehr oft vorgekommen sein, dass man thatsächlich einen Bastard vor sich hatte, während man glaubte, ein Exemplar einer reinen Sorte zu sehen. Oder mit anderen Worten: Vieles, was in der Literatur von reinen Sorten angegeben wird, muss in Wirklichkeit an Bastarden beobachtet worden sein. Und dieses gilt sowohl von plötzlichen Uebergängen bei der Fortpflanzung durch Samen, als von der Knospenvariation.

Wir nennen den ersteren Fall den directen Einfluss des Vicinovariirens und den zweiten den indirecten, und betrachten zuerst den ersten.[2]

---

[1] Den Atavismus durch Knospenvariation schliesse ich hier aus; vergl. darüber § 12 des vierten Abschnittes des ersten Bandes S. 482.

[2] In einem oft citirten Versuch blühte eine *Hepatica triloba* im Walde blau, nach dem Verpflanzen in einen Garten aber roth. Die Vermuthung, dass zwei Exemplare, den beiden Varietäten angehörend, zufällig zusammen verpflanzt wurden, scheint die einfachste Erklärung dieser angeblichen spontanen Variation zu sein.

Manche Neuheit hat man nicht fixiren können, weil sie bei der Cultur zwischen ihren Verwandten entweder von Anfang an keine echte Nachkommen gab oder doch bald verlief. Das erstere giebt VERLOT (l. c. S. 38) von *Saponaria calabrica nana* an, und Aehnliches beobachtete HOFFMANN bei einer Varietät von *Nigella hispanica* und bei *Gilia tricolor alba.*[1] Ebenso werden häufig Varietäten unter ungünstigen Umständen nie völlig rein. So wurde z. B. *Nigella damascena apetala* (d. h. ohne die Nectarien) von HOFFMANN durch 17 Jahre aus Samen fortgepflanzt; unter den 5000 Exemplaren des ganzen Versuches gab es deren fünf mit Nectarien.

Aehnliche Fälle giebt es sehr viele. Einige Neuheiten sind sofort samenbeständig, sagt HENRI DE VILMORIN,[2] wie alte Rassen, das ist aber Ausnahme und keine Regel; weitaus die meisten müssen im Laufe der Jahre durch Auslese fixirt (d. h. also gereinigt) werden. Und viele hervorragende Gärtner warnen dabei dafür, dass man die Umstände doch so viel wie möglich so regeln müsse, dass dieses Fixiren ohne zu grosse Schwierigkeiten vor sich gehen könne. Hatte doch bereits 1865 VERLOT (l. c. S. 70) die Vermuthung ausgesprochen, dass Kreuzung jedenfalls die bedeutendste, wenn nicht vielleicht manchmal die einzige Ursache des „Atavismus“ sei.

Bei Bäumen liegen die Verhältnisse anscheinend viel ungünstiger als bei Kräutern; sie scheinen viel schwieriger zu isoliren zu sein, oder vielleicht auf noch grösseren Entfernungen gekreuzt zu werden. Den bekanntesten Fall bildet die Blutbuche.[3] STRASBURGER hat von einer geschlitztblätterigen Rothbuche gegen 10 % geschlitztblätterige Keimlinge, von einer *Robinia Pseudacacia monophylla* etwa 30 % entsprechende ganzblätterige Pflanzen gezogen.[4] Trauereschen geben bisweilen nur nicht-trauernde Nachkommen, bisweilen auch einzelne echte.[5] Ebenso gab *Crataegus Oxyacantha floribus coccineis* fast nur weissblühende Sämlinge,[6] gelbe Kirschen gaben aus ihren Steinen meist nur Bäume mit rothen Kirschen.[7] Gelber *Cornus mas* gab nur $^{1}/_{12}$ gelbe, $^{11}/_{12}$ rothe Nachkommen.[8] *Berberis vulgaris purpurea* ist

---

[1] *Bot. Zeitung.* 1881. S. 378. Ebenso HOFFMANN, *Species und Varietät.* 1869. S. 25 u. s. w.

[2] HENRI L. DE VILMORIN, *L'hérédité.* 1890. S. 26—27.

[3] Vergl. Bd. I, S. 139; ferner VERLOT, l. c. S. 54—55; CARRIÈRE l. c. S. 72. DARWIN, *Variations* II. S. 24—26, u. s. w.

[4] *Das Protoplasma und die Reizbarkeit.* 1891. S. 26.

[5] DARWIN l. c.

[6] SCHUBELER, vergl. *Bot. Jahresber.* III. S. 894.

[7] DE CANDOLLE, *Géographie botanique* II. S. 1083.

[8] Ebendaselbst.

aus Samen bisweilen echt, in anderen Fällen aber nur unecht aufgekommen, u. s. w. In allen diesen und zahlreichen weiteren Beispielen ist die Möglichkeit einer Kreuzbefruchtung nicht ausgeschlossen.

Dasselbe gilt von anderen Fällen, in denen aber eher anzunehmen ist, dass die Samenträger selbst Bastarde waren. So, wenn aus Samen derselben Pflanze verschiedene Typen aufgehen, wie es Carrière (l. c. S. 61) von *Acer Negundo* berichtet, oder wie es von Birnen von Decaisne und vielen Anderen beobachtet wurde.[1] Und wenn gar Knospenvariationen eintreten, liegt es auf der Hand, die betreffenden Exemplare für Bastarde zu halten, wenigstens wenn die Abänderung eine sogenannte rückschreitende ist. So beobachtete Hildebrand, dass Exemplare von *Rhamnus Frangula,* welche der Mutterart während vieler Jahre durchaus ähnlich waren, plötzlich Zweige von *R. F. asplenii-folia* und zwar in erheblicher Menge hervorbrachten.[2] Oranien mit gelben und rothen Fruchthälften werden längst als Bastarde mit der Citrone betrachtet. Ebenso wohl die Weintrauben mit grünen und blauen Sectoren sowie die bekannte sectoriale Variation der Nectarinen. Auch bei Aepfeln kommt solches gelegentlich vor.

Vielfach ist das Auftreten von „Atavisten“ als ein Beweis für die bis dahin nur vermuthete Abstammung einer Varietät angeführt worden. So wurde *Thuya pendula* oder *filiformis* von Lambert, Wallich und Anderen als eine gute Art betrachtet, bis Hooker fand, dass aus Samen dieser Form bisweilen Exemplare von *T. orientalis* aufgingen.[3] Solche Schlussfolgerungen sind aber fast nur in jenen Fällen zulässig und überzeugend, wo es sich um die so leicht und zweifelsfrei zu beobachtende Knospenvariation handelt, und wo dazu noch die Möglichkeit eines hybriden Ursprunges der betreffenden Pflanze ausgeschlossen ist.

Ueberhaupt ist somit bei Versuchen über Atavismus in erster Linie die Herkunft und die Befruchtung der angewendeten Samen zu berücksichtigen, denn sonst können die Schlüsse nie vorwurfsfrei und überzeugend sein.

§ 39. Inconstante Rassen und Varietäten.

Ohne Zweifel giebt es Rassen und Varietäten, welche nicht völlig samenbeständig sind, welche jährlich oder doch fast jährlich aus

[1] Jordan, *Espèces affines.* S. 12.

[2] *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. IX. S. 217. Bei *Chelidonium* ist die geschlitztblätterige Form recessiv.

[3] Darwin, *Variations* I. S. 386, wo eine ganze Reihe angeblicher Fälle von Atavismus zusammengestellt sind.

ihren Samen und Knospen, mit schroffem Uebergang, Atavisten hervorbringen. Aber in den meisten Fällen reichen die vorliegenden Beobachtungen nicht aus, um eine sichere Entscheidung zu treffen. Dasselbe gilt von dem sogenannten Fixiren neuer Varietäten, und ebenso von dem vereinzelten Vorkommen von Rückschlägen in sonst constanten älteren und sehr alten Sorten.

Ich bin weit davon entfernt, meinen Vorgängern aus diesen Ungenauigkeiten irgend welchen Vorwurf machen zu wollen. Denn ich weiss aus eigener Erfahrung, wie schwierig es in manchen Fällen ist, seine Culturen rein zu halten. Die Kreuzungsverhältnisse sind zu complicirte, zum Theil, namentlich in Bezug auf die ihnen folgenden Rückschläge, noch durchaus unbekannte. Jedermann, der es versucht hat, aus den sogenannten gemischten Samen des Handels eine der darin vorkommenden Sorten rein zu erhalten, weiss, wie solches nur zu oft mit unerwarteten Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Manche Varietät ist leicht und in kurzer Frist zu isoliren und zu reinigen, manche aber zeigt nach Jahren von anscheinender Reinheit noch „Rückschläge" zu den anderen Typen der ursprünglichen Mischung. Es liegt dies zum Theil daran, dass man in vielen Fällen die Bastarde nicht von den echten sortenreinen Exemplaren unterscheiden und sie somit nicht vor der Blüthe ausmerzen kann. Ihr Einfluss zeigt sich dann erst in der nächstfolgenden Generation. Namentlich wo künstliche Selbstbefruchtung zu grosse Schwierigkeiten macht, fällt dieser Umstand schwer in's Gewicht. So weiss Jeder, dass die Farbenvarietäten von *Papaver nudicaule* selten rein vorliegen, und nur sehr schwer völlig zu reinigen sind. So habe ich durch viele Jahre *Solanum nigrum* nicht von *S. n. chlorocarpum* reinigen können, bis ich fand, dass sie sich selbst befruchtet und ich somit die Bastarde von den reinen *nigrum*-Exemplaren trennen konnte.[1] *Celosia cristata* und *Helichrysum bracteatum* aus ihren Farbenmischungen einfarbig zu machen und auf die Dauer so zu erhalten, gelang mir bis jetzt nicht, obgleich ich es gewiss für möglich halte. *Agrostemma Githago nicaeensis* (blassblüthig) trat anfangs fast jährlich in meinen Culturen von *A. Githago,* welche mit einer Saatmischung angefangen waren, auf. Ebenso einzelne weisse Exemplare in dem sonst gelben *Chrysanthemum coronarium.* Oben habe ich bereits mehrere solche Beispiele angeführt.

Aus ähnlichen Beobachtungsreihen ist in der vorhandenen Literatur vielfach auf Inconstanz, oder doch anfängliche Inconstanz, bestimmter Varietäten geschlossen worden. Meiner Meinung nach aber mit

[1] Vergl. oben Bd. II, S. 171.

Unrecht. Sie lehren nur, dass es bis dahin nicht gelungen war, etwaige Constanz zu beweisen. Und durchsucht man von diesem Gesichtspunkte aus die Literatur, so dürfte die Ausbeute an zweifelsfreien inconstanten Varietäten äusserst gering ausfallen.[1]

So wage ich es z. B. augenblicklich nicht, zu entscheiden, ob die sogenannten *fistulosa*-Varietäten der Kompositen völlig constant sind. Ich meine die Formen, deren Zungenblüthen in Röhrchen umgewandelt sind (Fig. 75, 76 und 78). In gärtnerischer Hinsicht sind sie sehr samenbeständig, denn ihre Samen liefern zumeist einen sehr hohen Procentsatz an echten Nachkommen. Aber einzelne „Atavisten“ kamen bei mir stets vor, zum Theil gewiss durch Nachbarbefruchtung entstanden, zum Theil aber vielleicht auch auf wirkliche Inconstanz der Varietät hindeutend. Und die oft erhebliche partielle Variabilität dieses Merkmales hängt vielleicht mit einer solchen Inconstanz, oder, wie man auf Grund der Selectionslehre zu sagen pflegt, mit einem ungenügenden Grade der Fixirung zusammen. Halbe Röhrchen, fast ganz flache Zungen u. s. w. wechseln ganz gewöhnlich mit den völlig ausgebildeten Röhren ab, wie dieses unsere Fig. 75 und 76 für *Chrysanthemum segetum* und Fig. 78 für *Calliopsis tinctoria* zeigen.



Fig. 78. *Calliopsis tinctoria fistulosa*, eine vielleicht nicht völlig constante Handelsvarietät. Einzelne Scheibenblüthen sind flach ausgebreitet, andere nur zu einem Theile röhrenförmig.

Chrysanthemum coronarium und *C. carinatum* weisen bekanntlich einzelne nicht völlig fixirte Varietäten auf;[2] *Convolvulus tricolor grandiflorus* soll aus Samen stets eine gewisse Anzahl einfarbiger Blüthen geben.[3] *Aquilegia chrysantha grandiflora alba* soll gleichfalls nicht samenrein sein. Ich kaufte zwei Exemplare, liess sie isolirt blühen und erhielt 44 keimfähige Samen, von denen später 31 weiss und

[1] Für gestreifte Blumen und bunte Blätter verweise ich auf die bezüglichen Paragraphen (IV, §§ 17—20 und 28) des ersten Bandes.

[2] Vilmorin-Andrieux, *Les fleurs de pleine terre.* S. 258—259. Weitere Beispiele bei Hoffmann, *Botan. Zeitung.* 1881.

[3] Vilmorin-Andrieux, l. c. S. 157.

13 gelb blühten. Ebenso geben käufliche Samenproben bisweilen zu viele unechte Exemplare; so gab z. B. *Papaver somniferum nanum „ardoisé“* etwa zu einem Viertel weissblühende Individuen, und *Papaver nudicaule coccineum flore pleno* nur einfach blühende. Alle solche Fälle bedürfen noch einer eingehenden Untersuchung. Zumeist werden die Sorten, bei ausreichender Isolirung, wohl samenrein sein, aber hier und dort wird man unter ihnen doch auch Varietäten mit unvollständiger Erblichkeit erwarten dürfen.

Zum Schlusse noch Einiges über das sogenannte Fixiren neuer Varietäten.[1] Genaue Angaben findet man darüber, wenn man die gärtnerischen Kreuzungsversuche ausschliesst, in der Literatur nur sehr wenige. Im Sommer 1891 besuchte ich verschiedene Gärtnereien um Erfurt, und hatte die Gelegenheit, einige künftige Neuheiten zu sehen (Bd. I, S. 56). So sah ich in einem Geschäft eine neue Farbenvarietät einer Levkoje (chamoisfarbig), von der im vorigen Jahre eine einzige Pflanze zufällig gefunden worden war. Jetzt war die Cultur zu 10 % echt, und man hoffte im nächsten Jahre auf 20 % zu kommen u. s. w. Die neue Sorte wurde aber in unmittelbarer Nähe der überwiegenden Menge der älteren Varietäten cultivirt. Ohne Zweifel hätte man das Fixiren (Reinigen) beschleunigen können, wenn es möglich gewesen wäre, sie besser zu isoliren. Auf einer anderen Gärtnerei sah ich einen neuen Typus von *Convolvulus tricolor* mit eigenthümlich geformten Blumen. Er war gleichfalls im vorigen Jahre in einem einzelnen Exemplare zufällig aufgetreten. Von den fünfzig Exemplaren, welche am Tage meines Besuches blühten, war nur ein einziges dem neuen Typus der Mutter treu geblieben. Noch schlechter stand es mit einer *Clarkia elegans,* von welcher Art im vorigen Jahre eine Pflanze eine in's Blaue spielende Blüthenfarbe gezeigt hatte. Aus ihren Samen waren etwa 25 Individuen hervorgegangen, von denen kein einziges die Varietät wiederholte. Mein Führer betrachtete dementsprechend die Aussicht auf Fixirung als völlig verloren, und man hatte nicht die Absicht, den Versuch weiter fortzusetzen. Man wusste damals noch nicht, dass in einem solchen Falle die sogenannten Atavisten, welche ja Bastarde sind, aller Wahrscheinlichkeit nach im nächsten Jahre die neue Varietät zurückgeben würden, und zwar in ziemlich bedeutender Menge.[2] Und vermuthlich sind gar häufig Neuheiten verloren gegangen, weil man dieses Ueberspringen einer Generation bei den Bastarden nicht kannte. Ein *Papaver somniferum*

---

[1] *Nederlandsch Tuinbouwblad.* 1891. Nr. 44. S. 354.
[2] Bei einer gegenseitigen Befruchtung zu etwa 25 %; vergl. oben.

floribus plenis hatte im vorigen Jahre Blüthen getragen mit weissem Herzen und mit feingeschlitztem violettgefärbtem Rande der Blumenblätter. Aus seinem Samen waren etwa 50 Pflanzen aufgegangen. Sie variirten in allen Richtungen, aber kein einziges hatte den mütterlichen Typus wiederholt. Von einer anderen Varietät der nämlichen Art war zufällig eine weissblühende Abweichung aufgetreten; ihre Samen wiederholten diese aber nur in einem Exemplare unter einem Dutzend anders gefärbten.

Die Culturbedingungen für das Fixiren von Neuheiten sind in den grossen Geschäften ungünstige. Weitaus die meisten Neuheiten werden von Liebhabern isolirt und „fixirt",[1] diese können sie aber selbst nicht mit Vortheil in den Handel bringen und verkaufen sie deshalb den grösseren Firmen, welche dabei das Recht bekommen, sie unter ihrem eigenen Namen (d. h. dem Namen der betreffenden Firma) in die jährlichen Kataloge aufzunehmen. Mittheilungen über die gemachten Erfahrungen werden aus diesem Grunde nur selten veröffentlicht.

[2] Vergl. den ersten Abschnitt Bd. I, S. 56.

Dritter Abschnitt.

Die Mutationskreuzungen.

I. Kreuzungen in einer Mutationsperiode.

§ 1. Mutationskreuzungen in der Gattung Oenothera.

Im ersten Abschnitte dieses Bandes haben wir gesehen, dass die Kennzeichen der Pflanzen bei Kreuzungen nicht alle denselben Gesetzen folgen. Fast überall traten dabei zwei verschiedene Typen in den Vordergrund, welche wenigstens eine Trennung in zwei Hauptgruppen unabweislich erscheinen liessen. Die eine Gruppe umfasste die constanten, die andere die inconstanten Eigenschaften. Als constant aber wurden dabei jene bezeichnet, welche von den Nachkommen der Hybriden unverändert ererbt wurden, welche also von Generation zu Generation mit demselben Typus übertragen wurden, den sie in den unmittelbar aus der Kreuzung hervorgegangenen Individuen hatten. Die inconstanten aber, obgleich gewöhnlich in der ersten Generation einförmig, ohne Abwechselung, zeigten eine solche in der zweiten und den folgenden Geschlechtern, indem hier die im ursprünglichen Bastard latenten Merkmale wiederum sichtbar wurden und sich in der mannigfaltigsten Weise untereinander und mit den dominirenden verbanden.

Einzelne Fälle haben wir kennen gelernt, in denen alle Eigenschaften eines Bastardes constant waren (I, § 8, S. 66), andere, in denen alle Eigenschaften in den Nachkommen die soeben umschriebene Spaltung aufwiesen. Aber diese beiden Gruppen bildeten nur die Extreme der Reihe, welche ganz vorwiegend aus Bastarden bestand, in denen Eigenschaften von beiden Typen zu gleicher Zeit neben einander vorkamen. Gerade diese Erfahrung war es, welche uns im ersten Abschnitt jedes Mal mahnte, den Bastardtypus nicht als ein einheitliches Ganzes zu betrachten, sondern vielmehr unser Augenmerk auf seine einzelnen Componenten zu richten.

Im vorhergehenden Abschnitt haben wir die inconstanten Merkmale ausführlich studirt. Es ergab sich dabei, dass die Annahme, dass jedes Mal die beiden antagonistischen Kennzeichen im Bastard vorhanden seien, durchaus unabweisbar war. Nur war das eine activ, das andere latent. Aber dieser Unterschied war nicht einmal ein absoluter. Vielmehr verrieth sich die Anwesenheit des latenten Merkmales gar häufig durch eine Abschwächung in den Aeusserungen des activen, und in einzelnen Fällen war die Abschwächung eine so starke, dass man ohne die Vergleichung verwandter Beispiele kaum unterscheiden konnte, welches von beiden dominirend und welches recessiv war.

Bei der Production der Sexualzellen aber verhielten sich die beiden antagonistischen Eigenschaften als gleichwerthig, denn die Aussicht der latenten, sich in den Kindern activ zu entfalten, war genau ebenso gross wie die Aussicht der activen, in den Nachkommen rein und mit Ausschluss ihres Antagonisten aufzutreten. Wo diese Erscheinungen rein und von anderen Einflüssen ungetrübt auftraten, stellten sich somit die beiden entgegengesetzten, im Bastard verbundenen elterlichen Eigenschaften als erbgleich heraus.

Die Spaltungen bei der Production der Nachkommen der Mischlinge folgten einfachen Gesetzen, und ich habe versucht zu zeigen, dass diese im Grossen und Ganzen dort gelten, wo die eine der gekreuzten Formen zu der anderen in demjenigen Verhältnisse steht, welches wir im ersten Bande als retrogressive und als degressive Artbildung kennen gelernt haben. Allerdings reicht das vorhandene Erfahrungsmaterial bei Weitem nicht aus, um diesen Satz in allen Einzelheiten zu prüfen, und ist die Möglichkeit von Ausnahmen einstweilen nicht zu leugnen, doch deutet alles bis jetzt Bekannte darauf hin, dass zwischen der gegenseitigen Verwandtschaft und den Folgen der Kreuzung eine dem aufgestellten Satze entsprechende Beziehung obwaltet.

Ebenso wenig, wie alle Artbildung eine retrogressive oder eine degressive ist, ebenso wenig spalten sich alle Bastarde oder alle Eigenschaften der Bastarde in den Nachkommen. Vielleicht die meisten, und gewiss die wichtigsten, tiefer im Wesen der Pflanze begründeten Eigenschaften spalten sich nicht, sondern zeigen sich in den auf einander folgenden Generationen so, wie sie bereits in der ersten waren. Solche Eigenschaften bilden somit eine in sich geschlossene Gruppe, welche den spaltbaren gegenüber zu stellen und getrennt von jenen zu studiren ist (vergl. den nächsten Abschnitt).

Die Variabilität der Bastarde hat von jeher auf die Gärtner und

Liebhaber, und in derselben Weise auf die Forscher, eine besondere Anziehungskraft ausgeübt. Ihr gegenüber traten die constanten Eigenschaften der Hybriden nur allzu leicht in den Hintergrund. Dazu kommt, dass sie aus verschiedenen Gründen sich weniger leicht für ein eingehendes Studium eignen, theils gerade weil sie so wenig Abwechselung bieten, theils weil die Abstufungen, in denen sie sich zeigen, bis jetzt vielfach auf dem Gebiete der Schätzung, statt auf jenem der Messung liegen. Die Schwierigkeiten der Orientirung und der Forschung sind also hier erheblich grösser als dort, wo man auf den von MENDEL gebahnten Wegen so sicher fortschreiten kann.

Neben diese beiden Gruppen von Bastardirungen ist eine neue Abtheilung zu stellen, welche ich hier unter dem Namen der Mutationskreuzungen behandeln werde. Als solche bezeichne ich die hybriden Verbindungen zweier Typen, deren einer augenblicklich mutabel ist und den anderen mehr oder weniger regelmässig hervorbringt. Hier ist das genetische Verhältniss der beiden Stammeltern somit experimentell bekannt. Es soll dabei einstweilen gleichgültig sein, ob die Mutationen im Sinne des Fortschrittes stattfinden oder in demjenigen des Rückschrittes oder der seitlichen Ausbildung, mit anderen Worten: ob es sich um progressive, retrogressive oder degressive Mutationen handelt (vergl. Bd. I, S. 460).

Unsere *Oenothera Lamarckiana* und ihre Abkömmlinge bieten die Gelegenheit, diese Mutationskreuzungen einer eingehenden Prüfung zu unterwerfen. Und wie die Vorgänge des Mutirens selbst eine in sich geschlossene Gruppe von Erscheinungen eigener Art bilden, so ist es auch mit den Mutationskreuzungen. Ich beschreibe also zunächst meine diesbezüglichen Versuche, um erst nachher die Frage in Angriff zu nehmen, wie sich die Mutationskreuzungen einerseits bei retrogressiver Artbildung, an die MENDEL'schen Fälle, andererseits aber, bei progressiven Mutationen, an die Production constanter Bastardrassen anschliessen.

Wenden wir auch hier unser Princip an, vom Einfachen zu dem Complicirteren allmählich hinaufzusteigen, so fangen wir mit jenen Fällen an, wo die Unterschiede der zu kreuzenden Formen am wenigsten zahlreich und am einfachsten zusammengesetzt sind. Im ersten Bande habe ich vielfach, und namentlich bei der Beschreibung von *Oenothera lata* (S. 287) darzuthun gesucht, dass jede meiner neuen Arten sich nur durch eine einzelne innere Eigenschaft von der Mutterart unterscheidet, und nur durch eine einheitliche Mutation aus ihr hervorgegangen ist. Allerdings äussert sich eine solche innere Anlage

gar oft in vielen, nicht selten in nahezu allen Organen der neuen Sorte, und kann man neben der primären Aeusserung eine Reihe von secundären Merkmalen unterscheiden, welche sich aber alle auf dasselbe innere Princip zurückführen lassen.

Die Kreuzungen zwischen der *Oenothera Lamarckiana* und ihren Abkömmlingen sind also, trotz der bedeutenden Verschiedenheit, monohybride im reinen Sinne des Wortes (vergl. oben II, § 1, S. 111), und sollen also den Ausgangspunkt für unsere Studien bilden. Ihnen schliessen sich die künstlichen Verbindungen zweier Abkömmlinge als dihybride Kreuzungen an.[1]

Wie bei den Mendel'schen Bastarden hat das Studium der ersten Generation voranzugehen, obgleich thatsächlich das Verhalten in den nachfolgenden das Wichtigste und eigentlich Entscheidende ist. Dazu kommt hier, dass der Nachweis der Constanz allerdings umfangreiche Versuche erfordert, dass aber zu deren Beschreibung und Erörterung wenige Worte genügen. Die erste Generation zeigt sich gar häufig, und namentlich bei den Kreuzungen meiner Oenotheren ganz gewöhnlich, als nicht einförmig. Sie umfasst meist zwei Typen, wenn die Kreuzung eine monohybride war, indem die beiden elterlichen Formen unter den Bastarden getrennt auftreten. Und bei dihybriden Kreuzungen pflegt dann der grossmütterliche Typus der *Oen. Lamarckiana* selbst als dritter hinzu zu treten. Solche Bastardgenerationen sind dann trimorph, wie dieses z. B. auf Tafel I für die erste Generation aus *Oenothera lata* × *Oenothera nanella* dargestellt worden ist.[2]

Jeder der Bastardtypen zeigt sich in diesen Fällen als constant in seinen Nachkommen, wie solches unten in § 7 nachgewiesen werden soll.[3] Ihre Bastardnatur geht nur aus ihrer Entstehungsweise, nicht aus ihren sichtbaren Eigenschaften hervor.

Diese constanten Bastarde verhalten sich aber in gewissem Sinne den Mendel'schen genau entgegengesetzt. Denn bei ihnen ist die erste Generation oft mehrförmig, während die späteren keine Spaltungen zeigen, im Gegensatz

[1] In meiner vorläufigen Mittheilung über diesen Gegenstand habe ich unter dem Titel Erbungleiche Kreuzungen die Kreuzungen in der Mutationsperiode der *Oenothera Lamarckiana* mit einigen anderen Bastardirungserscheinungen zusammengefasst, welche von den oben behandelten „typischen Bastardspaltungen" unseres II. Abschnittes, § 1—15 mehr oder weniger abweichen. Vergl. *Berichte d. d. bot. Ges.* 1900. Bd. XVIII. S. 435.

[2] Vergl. oben über den Atavismus. Bd. II, § 5, S. 43.

[3] Ueber mögliche Ausnahmen von dieser Regel vergl. weiter unten.

zu der Einförmigkeit der MENDEL'schen Hybriden in dem ersten und ihrer Vielgestaltigkeit in den folgenden Geschlechtern. Oder mit anderen Worten: was bei den MENDEL'schen Bastarden erst die zweite Generation zu leisten vermag, kann hier bereits in der ersten beobachtet werden. Und es leuchtet ein, dass dieses einen principiellen Unterschied darstellt.

Ist die erste Generation mehrförmig — pleiotyp im Gegensatz zu monotyp —, so pflegt das numerische Verhältniss der verschiedenen Typen weder constant, noch, wie bei MENDEL, von einfachen Wahrscheinlichkeitsgesetzen beherrscht zu sein. Im Gegentheil wechselt es von einem Versuch zum anderen, und zwar in viel weiteren Grenzen, als solches durch Beobachtungs- und Rechnungsfehler möglich ist. Dieses Verhältniss verdient somit eine sorgfältige Berücksichtigung. Um Wiederholungen zu vermeiden, soll es mit einem einfachen Namen belegt und wie oben (II, § 1, S. 117) als Erbzahl angedeutet werden. Die Erbzahl einer Art oder Varietät bei einer Kreuzung ist somit die Anzahl der Exemplare, welche den Typus dieser Art oder Varietät, bezw. die aus diesem Typus in Betracht gezogene Eigenschaft zur Schau tragen. Und offenbar ist diese Erbzahl in der Regel in Procenten der ganzen Cultur auszudrücken.

Diese wechselnden Erbzahlen können in manchen Fällen bis auf 0 hinabsteigen. Dann geht offenbar die Pleiotypie der ersten Generation in Monotypie über, und ist die letztere nur als ein extremer Fall der ersteren aufzufassen. Ueberall, wo die erste Generation in einigen Hunderten von Exemplaren gleichförmig ist, ist somit, wenigstens bis auf Weiteres, die Möglichkeit anzunehmen, dass sie, bei grösserem Umfang der Cultur, dennoch mehr als eine Form aufweisen würde. Ob es neben dieser empirischen Monotypie auch noch eine principielle, bei jedem Umfange der Cultur bleibende giebt, ist zwar nicht unwahrscheinlich, muss aber einstweilen dahingestellt bleiben.

§ 2. Die Erbzahlen von Oenothera lata.

Die *Oenothera lata* ist eine der am häufigsten auftretenden und am leichtesten kenntlichen neuen Arten, welche in meinem Versuchsgarten aus der *Oen. Lamarckiana* entstanden sind.[1] Sie ist fast in allen Organen und Eigenschaften deutlich von der Mutterart unterschieden.

---

[1] Vergl. Bd. I, S. 287—298 und Fig. 88, S. 288; Fig. 92, S. 295. Ferner Bd. I, Fig. 46, S. 169 und Bd. II, Tafel I, Fig. 1.

Sie bietet für Kreuzungsversuche zwei wichtige Vortheile. Denn erstens ist sie rein weiblich (Bd. I, S. 293) und bedarf daher der Castrirung nicht,[1] zweitens sind ihre Keimpflanzen schon am ersten oder zweiten Blatt mit Sicherheit zu erkennen (Bd. I, S. 294) und können die Saaten also bereits in den Keimschüsseln ausgezählt werden. Diesen Vorzügen gegenüber stehen aber zwei Nachtheile, erstens die Unmöglichkeit reciproker Kreuzungen, und zweitens die fast stets geringe Samenernte (vergl. Fig. 101 auf S. 321 des ersten Bandes). Der letztere Umstand beeinträchtigt wesentlich die Genauigkeit der Erbzahlen, und es bedarf somit umfangreicher Versuche, um die Ergebnisse aus diesen über allen Zweifel zu erheben.

Wegen des Mangels an gutem Blüthenstaub ist jede Befruchtung der *O. lata* zugleich eine Kreuzung. Und da ich stets die Samen von jedem Individuum besonders ernte und aussäe und bei der Kreuzung die in der Aussaat vorhandenen *Lata*-Exemplare zähle, so besitze ich aus fast allen Jahren meiner Cultur eine oder mehrere Erbzahlen dieser Pflanze. Im Jahre 1898 habe ich aber eine grössere Anzahl von *Lata*-Pflanzen künstlich befruchtet, um unter möglichst gleichförmigen Verhältnissen eine Uebersicht über diese Erbzahlen zu erhalten. Es waren zwei Versuche mit *Lata*-Exemplaren von verschiedener Herkunft, und ich werde diese jetzt zuerst beschreiben.

Für den ersteren Versuch wählte ich *Lata*-Pflanzen, deren Eltern *O. lata* und *O. nanella* waren, welche Eltern selbst als Mutanten aus der ersten *Lamarckiana*-Familie im Jahre 1896 entstanden waren. Sie gehörten somit zu den in dem Stammbaume dieser Familien für jenes Jahr aufgezählten Exemplaren (Bd. I, S. 157). Die Befruchtung dieser *Lata*-Pflanzen mit dem Blüthenstaub der *O. nanella* hatte in Pergaminbeuteln stattgefunden; die Samen wurden erst 1898 ausgesät. Unter den Keimpflanzen waren etwa ein Drittel *O. lata,* diese wurden zusammen auf ein besonderes Beet gepflanzt. Zur Blüthezeit wurden sie künstlich in Pergaminbeuteln befruchtet, und zwar jedes Exemplar stets mit dem Staub einer selben Pflanze von *O. Lamarckiana.* Diese waren dazu mit correspondirenden Nummern belegt.[2] Sie waren keine directen Nachkommen des reinen *Lamarckiana*-Stammes —

[1] Aus demselben Grunde sind alle *Lata*-Pflanzen Bastarde, und zwar meist zwischen *O. lata* und *O. Lamarckiana.* Ueber den Einfluss dieser Thatsache auf die Erklärung der unten mitzutheilenden Versuchsergebnisse vergleiche man im fünften Abschnitt den § 7, über die Entstehung neuer Arten als Bastarde.

[2] Den Blüthenstaub für *Oenothera*-Kreuzungen entnehme ich stets den noch geschlossenen Knospen am Tage vor der Entfaltung. Die Antheren sind dann bereits geöffnet und der Staub ist ganz rein.

solche waren damals für meinen Versuch nicht vorhanden — sondern aufgegangen aus Samen von *Lamarckiana*-Pflanzen, welche selbst aus Samen von *O. scintillans* entstanden waren, und zwar aus der zweiten Generation der in der zweiten *Lamarckiana*-Familie (Bd. I, S. 184) entstandenen Pflanze. Diese Abstammung hat aber für unseren Versuch keine weitere Bedeutung; die betreffenden Väter verhielten sich in jeder Hinsicht wie *Lamarckiana*-Pflanzen reiner Abstammung.

Es wurden im Sommer 1898 für diesen Versuch 28 *Lata*-Pflanzen mit ebenso vielen *Lamarckiana*-Exemplaren mit gutem Erfolg gekreuzt. Die Samen wurden für jede Mutter getrennt geerntet und im Frühling 1899 in Schüsseln ausgesät. Die Keimpflanzen wurden von Zeit zu Zeit durchmustert, und diejenigen, welche unzweifelhaft *lata* oder *Lamarckiana* waren, ausgezogen, gezählt und aufgeschrieben. Die Mutanten, welche dabei gefunden wurden, sind im ersten Bande erwähnt worden. Nach einigen Wochen waren alle Keimlinge gezählt.

Es waren im Ganzen 3139 Keimpflanzen, von denen 695, also 22 $^0/_0$, *O. lata* waren. Die übrigen waren, mit Ausnahme einzelner Procente von Mutanten, alle *O. Lamarckiana.* Also nahezu ein Viertel *O. lata* und drei Viertel *O. Lamarckiana.* Vorgreifend bemerke ich hier, dass dasselbe Verhältniss im Wesentlichen bei den übrigen Versuchen mit *O. lata* wiedergefunden wurde.

Zu den Einzelheiten des Versuches übergehend, ist zunächst zu erwähnen, dass die Nachkommenschaft sämmtlicher Kreuzungen zweiförmig war; es kam kein Fall vor, in der die *Lata*-Pflänzchen ganz fehlten. Ebenso waren die *Lamarckiana*-Keimlinge stets in der Mehrzahl. Ich habe für jede Mutter den Procentgehalt an *Lata*-Keimpflanzen, also die Erbzahl, berechnet, und fand in dieser Weise die folgenden 28 Erbzahlen:[1]

4
10
15 17
19 19 20 20 21 21 22 22 22 22 22 22 22
23 24 25 26 26 27
28 29 31
40

Diese Zahlen gruppiren sich um das oben erwähnte Mittel — 22 $^0/_0$ — in der Weise, dass mehr als die Hälfte davon nicht wesentlich

[1] Die Zahlen sind hier und in den späteren ähnlichen Gruppen der Uebersichtlichkeit halber so angeordnet, dass die um 5, 10, 15 u. s. w. herumstehenden jedesmal auf dieselbe Zeile gebracht sind.

abweichen, während einzelne sowohl nach oben als nach unten sich stärker entfernen. Letzteres ist ohne Zweifel zum Theil eine Folge davon, dass im Mittel nur 112 Keimpflanzen pro Mutter gezählt wurden (Vergl. § 3, S. 123). Für die Zahlen, welche nahe um das Mittel herum liegen, hat solches keine Bedeutung; für die abweichenden gebe ich aber hier den Umfang der einzelnen Aussaaten an:

Umfang	82	95	71	55	92	122	42	60
$^0/_0$	4	10	15	17	28	29	31	40.

Wie man sieht,[1] sind die extremen Abweichungen grösser, als dass sie einfach durch den geringen Umfang der Culturen erklärt werden könnten. Die Erbzahl ist also wohl nicht als eine constante Grösse, sondern als ein variabler Werth zu betrachten. Zu derselben Folgerung führen auch die unten mitzutheilenden Versuche.

Der zweite Versuch wurde in demselben Jahre (1898) genau in derselben Weise ausgeführt. Die *Lata*-Exemplare stammten aber in diesem Falle aus dem Bd. I, S. 202 gegebenen Stammbaum. In diesem wurde 1895 eine *O. lata* mit der *O. semilata* befruchtet, die so erhaltenen Samen wurden 1897 ausgesät, und der Blüthenstaub der in dieser Aussaat entstandenen *Lamarckiana*-Pflanzen auf ihre *Lata*-Schwestern gebracht. Aus den so erhaltenen Samen stammten die 1898 zu meinem Versuch verwandten Pflanzen; die Bestäubung war aber dieselbe wie in dem oben beschriebenen Versuch. Zwölf Mütter gaben eine hinreichende Ernte; ihre Erbzahlen waren:

6	7		
18			
24	24	25	27
28	31	32	
38			
45			

Es wurden im Ganzen für diese 12 Mütter 821 Keimpflanzen gezählt, unter denen 197, also 24 $^0/_0$, *O. lata* waren. Der Umfang der Aussaaten war im Mittel 150 Ex., und für die extremen Zahlen 139 mit 6 $^0/_0$, 134 mit 7 $^0/_0$, 76 mit 38 $^0/_0$ und 55 mit 45 $^0/_0$. Die beiden niederen Zahlen sind also ausreichend gesichert, die beiden höchsten aber möglicher Weise zu hoch ausgefallen.

[1] Nach Rodewald's oben mitgetheilter Tabelle der Latitüde (S. 128) ist diese für unseren Versuch auf etwa 9 zu veranschlagen. Die Werthe, welche kleiner als $22 - 9 = 13$ oder grösser als $22 + 9 = 31$ sind, liegen somit ausserhalb dieser Latitüde.

Ich gebe jetzt meine übrigen Ermittelungen von Erbzahlen der *O. lata* in möglichster Kürze. Die Versuche sind, insofern nichts Anderes angegeben wird, in derselben Weise wie die obigen ausgeführt, die Befruchtung geschah fast stets in Pergaminbeuteln unter Ausschluss jedes fremden Pollens. Die Ernte und somit der Umfang der Aussaaten wechselte innerhalb derselben Grenzen wie oben; Aussaaten von zu geringem Umfang sind nicht berücksichtigt worden. Die Erbzahlen sind in Procenten der ganzen Aussaat berechnet.

Erbzahlen von Oenothera lata.

Jahr der Kreuzung	Eltern der *O. lata*	Befruchtung	Erbzahlen								
A. *O. lata* × *O. Lamarckiana*.											
1899	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. Lam.*	16	17	18	18	19	21	25	31	35
1899	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. Lam.*[1]	16	17	17						
1898	*O. lata* × *O. nanella*	*O. Lam.*[2]	13				19			28	
1900	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. Lam.*	4								
B. *O. lata* bei Inzucht.[3]											
1897	*O. lata* × *O. semilata*	*O. Lam.*						22	24	26	
1899	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. Lam.*	14	17	18	19	20			28	
C. *O. lata*-Mutanten bei freier Bestäubung.[4]											
1888	*O. Lamarckiana*	—	15	16							40
1895	*O. Lamarckiana*	—	11								
1898	*O. Lam.* × *O. nan.*	—			18				24	38	
D. *O. lata* × älteren Abkömmlingen der *O. Lam.*[5]											
1894—96	*O. lata* × *O. brevist.*	*O. brevistylis*	15					23		31	
1894	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. laevifolia*	13								
E. *O. lata* × jüngeren Abkömmlingen der *O. Lam.*[5]											
1896	*O. Lamarckiana*	*O. nanella*					24	26	28	32	39
1899	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. nanella*							32	32	
1899	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. rubrinervis*	5	7	9	15	18	20	22		
1895	*O. lata* × *O. Lam.*	*O. semilata*									37

[1] *O. Lamarckiana*, ausnahmsweise nicht aus meiner Familie, sondern aus käuflichem Samen.

[2] *O. Lamarckiana*-Blüthenstaub, auf dem ursprünglichen Fundort bei Hilversum gesammelt.

[3] Inzucht, d. h. befruchtet mit *O. Lamarckiana*-Exemplaren, welche von derselben Mutter stammten wie die *O. lata*.

[4] Mutanten, bei freier Bestäubung, vorwiegend durch *Lamarckiana*-Pflanzen.

[5] Also bei dihybrider Kreuzung, bei der aber hier nur die *Lata*-Erbzahl berücksichtigt wird.

Die Erbzahlen der einzelnen Versuchsreihen habe ich in obiger Tabelle derart gruppirt, dass man auf dem ersten Blick sieht, dass sie regellos über die verschiedenen Kreuzungen vertheilt sind. Es ergiebt sich daraus, dass die Erbzahl der *O. lata* unabhängig ist von der Natur des Vaters, vorausgesetzt, dass dieser eine *O. Lamarckiana*, oder eine von dieser abgeleitete Art ist.

Vereinigen wir alle diese Zahlen zu einer einzigen Gruppe, so erhalten wir:

4	5	7										
9	11											
13	13	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	17
18	18	18	18	18	19	19	19	20	20	21	22	22
23	24	24	24	25	26	26						
28	28	28	31	31	32	32	32					
35	37											
38	39	40										

Zusammen also 51 Erbzahlen, deren mittlerer Werth = 21 % mit den oben gefundenen Mittelwerthen — 22 % und 24 % — hinreichend genau übereinstimmt. Ebenso stimmen die äusseren Grenzen (4, 6, 4 und 40, 45, 40) in genügender Weise überein. Aber die Abweichungen vom Mittel sind hier im Allgemeinen grösser, was offenbar durch die wechselnden Lebensbedingungen in den einzelnen Jahren und Versuchen bedingt sein mag.

Wir folgern also:

1. Die Erbzahlen der *O. lata* sind, innerhalb der gewählten Grenzen, von der Art des Blüthenstaubes unabhängig und betrugen im Mittel etwa 21—24 %.

2. Sie schwankten zwischen 4 und 45 %, oder mit anderen Worten, es fehlten bei keiner einzigen Kreuzung unter den Keimlingen die *Lata*-Exemplare; andererseits erreichten diese auch nie die Hälfte aller Keimpflanzen.

3. Diese Resultate gelten für die 91 unter möglichst normalen Bedingungen ausgeführten Einzelversuche.

Dieselbe Abwechselung der Erbzahlen, wie in den obigen Versuchen, findet man auch, wenn man diese Ziffern für die aufeinander folgenden Generationen zusammenstellt. Um dieses zu zeigen, gebe ich jetzt die Erbzahlen für die beiden im ersten Bande besprochenen Familien,[1] und für die Beurtheilung der Genauigkeit der Zahlen

[1] Bei meiner Fortsetzung dieses Versuches beabsichtige ich stets nur Inzucht anzuwenden. Solches war bis jetzt nur ausnahmsweise der Fall, weil die Culturen ja nicht zu diesem speciellen Zweck angestellt worden sind.

füge ich den Umfang der Aussaaten, d. h. die totale Anzahl der Keimpflanzen, unter denen die betreffenden Procentzahlen für die *O. lata* ermittelt wurden, zu.

I. Erbzahlen der ersten *Lata*-Familie (Bd. I, S. 202).

Generation	Jahr	Umfang[1]	% *Lata*	Befruchtet durch
IX	1901	95	4	—
VIII	1900	2000	19	*O. Lamarckiana*
VII	1899	946	23	Inzucht
VI	1898	164	24	*O. Lam.* aus *O. scintillans*
V	1897	105	37	Inzucht
IV	1895	128	11	*O. semilata* (Inzucht)
III	1894	52	40	Frei
II	1888/89	*Lam.*	5 Ex.	Frei
I	1886/87	*Lam.*	—	—

II. Erbzahlen der zweiten *Lata*-Familie (Bd. I, S. 204).

Generation	Jahr	Umfang	% *Lata*	Befruchtung
V	1894	340	15	—
IV	1889	200	10	Frei
III	1888	614	21	Frei
II	1887	*Lam.*	2 Ex.	Inzucht
I	1886	*Lam.*	—	—

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Erbzahlen sich im Laufe der Generationen gleich bleiben, abgesehen von den Schwankungen innerhalb der üblichen Grenzen, und dass sie jedenfalls nicht allmählich zunehmen, auch nicht bei Inzucht, d. h. bei der Befruchtung mit Kindern von derselben Mutter. Zu demselben Ergebniss haben die durch mehrere Generationen fortgesetzten Kreuzungen von *O. lata* und *O. brevistylis* geführt, welche wir später (§ 11 dieses Abschnittes) unter dem Namen *Oen. Pohliana* beschreiben werden.

§ 3. Die Erbzahlen von Oenothera nanella.

Neben *Oenothera lata* eignet sich die *O. nanella* am besten zu Kreuzungsversuchen. Obgleich klein von Gestalt, ist sie äusserst kräftig und bringt regelmässig eine gute Ernte. Sie hat den Vortheil,

[1] Der Umfang der Culturen ist in Bd. I, S. 202 nur für zwei Jahrgänge mitgetheilt worden; für die übrigen wird die Angabe hier vervollständigt.

dass reciproke Kreuzungen möglich sind und dass sie selbst auf ihre Constanz geprüft werden konnte (Bd. I, S. 167 und 262).

Nach den herrschenden Begriffen werden Zwergformen im Allgemeinen als Varietäten aufgefasst, und muss somit die *O. nanella* als eine solche gelten (Bd. I, S. 255 und 455). Sie verhält sich aber sowohl in Bezug auf ihre Constanz als auf ihre Entstehungsweise wie die echten Arten. Dem entsprechend hebe ich hier, als Hauptergebniss der zu beschreibenden Versuche, hervor, dass das *Nanella*-Merkmal sich hier bei den Kreuzungen mit der Mutterart und mit anderen verwandten Formen ebenso verhält wie im vorigen Paragraphen die *O. lata*, im Gegensatz also zu den Varietät-Merkmalen, welche den Mendel'schen Gesetzen folgen. Innerhalb der Mutationsperiode finden diese Gesetze somit wenigstens in diesem Falle keine Anwendung. Doch komme ich hierauf in §§ 12—14 dieses Abschnittes zurück.

Die Erbzahlen der *O. nanella* sind im Grossen und Ganzen dieselben wie diejenigen der *O. lata* und gehorchen offenbar denselben Gesetzen. Es wird dieses aus den jetzt zu beschreibenden Versuchen hervorgehen.

Einen Hauptversuch machte ich im Jahre 1898 mit *Lamarckiana*-Pflanzen aus dem Stamme der Bd. I, S. 157 erwähnten Familie. Von diesen waren 23 auf einem besonderen Beete gepflanzt. Sie wurden während der Blüthezeit castrirt, in Pergaminbeutel gehüllt und mit dem Blüthenstaub der *O. nanella* belegt. Und zwar in solcher Weise, dass nur Blüthen der endständigen Inflorescenz des Hauptstammes benutzt wurden, dass diese aber, im Laufe der 3—4 Wochen der künstlichen Befruchtung in 1—4 Abschnitten auf jeder einzelnen Pflanze eingetheilt wurden, indem sämmtliche Blüthen eines Abschnittes Pollen desselben *Nanella*-Exemplares erhielten. Auf den 23 Pflanzen hatte ich in dieser Weise 39 Abschnitte, von denen jeder eine andere *Nanella*-Pflanze zum Vater hatte.[1] Also 39 Kreuzungen.

Die 23 benutzten *Lamarckiana*-Pflanzen waren aus Samen von fünf selbstbefruchteten Individuen von 1897 aufgegangen. Für diese fünf Mütter habe ich den Gehalt an *Nanella*-Mutanten für jede besonders bestimmt; ich fand ihn in zwei Fällen zu 0·5 %, in den drei anderen zu 1 %, und zwar auf 210—220 Keimpflanzen pro Mutter. Das Vermögen, *Nanella* hervorzubringen, war also in allen Eltern,

[1] In vier weiteren Abschnitten misslang die Kreuzung oder gab sie zu wenig Samen; diese sind hier nicht mitgerechnet, sondern, wie stets, von vornherein als ungeschehen betrachtet.

und somit auch wohl in den zu dem Versuche benutzten Individuen vorhanden. Um aber in dieser Hinsicht noch sicherer zu gehen, habe ich vor der Kreuzung auf jeder Pflanze einige Blüthen mit sich selbst befruchtet und ihre Samen getrennt geerntet. Ich fand unter 1723 Keimlingen 21 *Nanella*, also etwa 1 %, welche ziemlich gleichmässig über die einzelnen 23 Mütter vertheilt waren. Um dieses zu erfahren, hatte ich die Samen für jede Mutter getrennt gesät.

Den Blüthenstaub zu meinen Kreuzungen entnahm ich einem Beete von *O. nanella,* welches der vierten Generation der Bd. I, S. 265 erwähnten constanten, im Jahre 1895 aus der *O. Lamarckiana* entsprungenen Rasse angehörte. Es waren etwa 100 blühende Exemplare; jedes Mal, als von ihnen eines zu einer Kreuzung benutzt wurde, wurde es durch eine Etiquette ausgezeichnet, damit es nachher nicht zu einer zweiten Bastardirung verwandt werden könnte.

Es geht aus diesen Mittheilungen hervor, dass die Vorfahren der castrirten und der staubliefernden Pflanzen zu diesem Versuche bis zum Jahre 1889 dieselben waren, seitdem aber zwei getrennten Stämmen angehörten (vergl. die Stammbäume im ersten Band, S. 157 und 184).

Von den 39 Kreuzungen wurden die Samen getrennt geerntet und ausgesät, und in jeder Keimschüssel die Anzahl der *Nanella*-Exemplare und die übrigen Keimlinge bestimmt. Für jede Kreuzung wurde dann das procentische Verhältniss, oder die Erbzahl berechnet. Ich erhielt die folgenden Zahlen:

1	2						
3	3	4	5	5	7	7	7
9	9	11					
13	13	13	15	16	17	17	17
19	19	19	20	21	21	21	22
23	23	24	24	26	26		
28							
35							
39							
48							

Die mittlere Zahl dieser Gruppe ist 17 %. In den 39 Zählungen hatte ich zusammen 3768 Keimpflanzen, von denen 623 *Nanella* waren, also gleichfalls etwa 17 %. Die extremen Zahlen 1—3 % und 35—48 % sind auf Gruppen von 86, 66, 74, 118 und 153, 76, 61 Exemplaren gezählt worden, also jedenfalls nicht einfach durch die Ungenauigkeit der Probeentnahmen bedingt.

Wie man sieht, fallen diese Zahlen in der Hauptsache mit den für *O. lata* mitgetheilten zusammen. Das Mittel (17 % statt 22—24 %) liegt hier etwas niedriger, und die Grenzen fallen, trotz der sehr gleichmässigen Versuchsbedingungen, ein wenig weiter auseinander.

Einen zweiten Versuch habe ich im Jahre 1897 in etwas abweichender Weise gemacht. Es wurden auf einigen *Lamarckiana*-Pflanzen während mehrerer Wochen alle Blüthen castrirt, in Pergamin gehüllt und mit *Nanella*-Staub befruchtet. Alle Früchte wurden numerirt und von jeder die Samen einzeln geerntet und gesät. Es ergab sich dabei zunächst, dass jede einzelne Frucht, wenn sie nicht gar zu wenig Samen enthielt, eine oder mehrere *Nanella*-Keime enthielt. Aber hierauf komme ich weiter unten zurück. Für den jetzt zu beschreibenden Versuch wurden die Ergebnisse der Ernten von je fünf aufeinander folgenden Früchten nach der Zählung zusammengefügt und für jede Gruppe der mittlere Procentgehalt an Zwergen berechnet. Solcher Erbzahlen gab es im Ganzen 47; sie sind die folgenden:

2									
4	4	5							
8	9	9	10	10	12				
13	14	17	17						
18	19	19	19	19	19	20	21	22	
24	24	25	26	26	26	27			
28	30	31	31	31	32	32	32	32	32
33	36								
40	42	42							
44	47								

Die Grenzen dieser Gruppe sind ungefähr dieselben wie in dem ersteren Versuch; die mittlere Zahl ist hier 24 %, liegt also etwas höher als dort, und stimmt besser mit den Befunden bei der *O. lata* überein.

Die Zahlen in dieser Gruppe sind ziemlich genau. Es wurden im Ganzen über 12 000 Keimlinge gezählt, also für jede Erbzahl etwas über 250, für keine Erbzahl aber weniger als 100. Berechne ich aus den Einzelzählungen die mittleren Erbzahlen für die acht benutzten Mütter, so liegen diese selbstverständlich einander viel näher, da die Unterschiede dabei mehr oder weniger ausgeglichen werden. Ich fand für die Mütter als procentische Erbzahlen:

14	20	22	25	26	26	27	34

Es erübrigt mir noch, über die Abstammung der hier gekreuzten Pflanzen Einiges mitzutheilen. Die *Lamarckiana*-Pflanzen gehörten dem Hauptstamme meiner Familie (Bd. I, S. 157) an, waren also reiner Abstammung; die *Nanella*-Cultur aber der dritten Generation derselben constanten Rasse, von der die vierte Generation zum erstbeschriebenen Versuch diente. Es wurden hier für jede Bastardirung einfach die schönsten der gerade reifen Blüthenknospen genommen, also die einzelnen *Nanella*-Pflanzen durcheinander als Väter benutzt.

Neben diesen beiden Hauptversuchen habe ich zu verschiedenen Zeiten und mit *Nanella*-Pflanzen verschiedener Herkunft Kreuzungen vorgenommen, indem auch die Mütter, innerhalb meiner Mutationsgruppe, möglichst verschieden gewählt wurden. Sowohl diese Bastardirungen als auch die Aussaaten und deren Berechnungen fanden stets in derselben Weise und bei etwa gleichem Versuchsumfang statt, wodurch es überflüssig ist, auf die Einzelheiten einzugehen. Ich theile somit nur die erhaltenen Erbzahlen mit.

Erbzahlen von Oenothera nanella.

Jahr der Kreuzung	Gewählte ♀	*Nanella* ♂	Erbzahlen									
		A. *O. Lamarckiana* × *O. nanella.*										
1896	aus d. Hauptstamm	2. Generation	0		14	18	25					
1898	„ *lata* × *nanella*	4. „	3	5	8		24					
1899	„ *scintillans*	5. „			14		24					
1899	„ „	aus *lata* × *nanella*					24		41			
		B. *O. lata* × *O. nanella.*										
1896	Mut. aus *O. Lam.*	Mut. aus *O. Lam.*						42	46	49	52	55
1897	„ „ „ „	2. Generation								50	50	
1899	aus d. 1. *lata*-Familie	Mut. aus *lata* × *nan.*			9			40				
		C. *O. scintillans* × *O. nanella.*										
1895	2. Generation	2. Generation					24					
1897	1. „	2. „							43			

Wie zu erwarten, stimmen diese Zahlen hinreichend genau mit denen der beiden ersten Versuchsreihen überein, ihre Grenzen sind im Wesentlichen dieselben, nur wurde in einem Falle gar keine *Nanella* gefunden (auf 298 Keimpflanzen). Die mittlere Zahl aus dieser Gruppe ist 24 %, also dieselbe wie in dem zweiten Versuche. Die Versuche sub B und C sind dihybride, doch wird hier nur die

Erbzahl der *O. nanella* berücksichtigt. Auf einige von ihnen komme ich später zurück.

In allen beschriebenen Versuchen wurde *O. nanella* als Vater gewählt. Es ist solches im Allgemeinen deshalb vorzuziehen, weil in solchen Fällen ein zufälliger Fehler beim Castriren nie das Hauptergebniss, das Vorkommen von *Nanella*-Pflanzen unter den Bastarden, vortäuschen kann. Doch habe ich auch einige reciproke Kreuzungen ausgeführt, um zu erfahren, ob diese etwa von den mitgetheilten abweichende Erbzahlen aufweisen würden. Dies war aber nicht der Fall; die Erbzahlen liegen auch hier innerhalb derselben Grenzen. Die *Nanella* wurde aus zwei verschiedenen Familien (Bd. I, S. 262 und 265) und theils in der dritten, theils in der vierten Generation gewählt. Den Blüthenstaub lieferten theils *O. Lamarckiana*-Pflanzen vom ursprünglichen Fundorte bei Hilversum, theils *O. brevistylis* von dort (1893), oder aus meiner Cultur von 1899 (vergl. Bd. I, S. 223).

Reciproke Erbzahlen von Oenothera nanella.

Jahr der Kreuzung	*Nanella* ♀	Gewählte ♂	Erbzahlen				
1898	4. Generation	*O. Lamarckiana*	7	21	21	29	
1893	4. „	*O. brevistylis*					50
1899	3. „	*O. brevistylis*			31	44	

Auch hier ist die Uebereinstimmung mit den für *O. lata* erhaltenen Zahlen eine auffallende.

Aus allen den mitgetheilten Versuchen ist die mittlere Erbzahl für *O. nanella* ungefähr 21 %.

§ 4. Die Abhängigkeit der Erbzahlen von verschiedenen Ursachen.

In den vorhergehenden Paragraphen haben wir gesehen, dass die beiden neuen aus *Oenothera Lamarckiana* entstandenen Arten sich bei Kreuzungen mit dieser, soweit untersucht, in derselben Weise verhalten. In der Regel entstehen bei der Kreuzung die Bastarde in zwei Typen, demjenigen des Vaters und demjenigen der Mutter, und zwar ist dabei im Mittel der *Lamarckiana*-Typus zu etwa $^3/_4$, der Typus der jüngeren Art aber nur zu $^1/_4$ vertreten. Um dieses Verhältniss schwanken die Erbzahlen in der Weise, dass sie sich meistens nur wenig von ihm entfernen, in den übrigen Fällen aber gleichmässig nach aufwärts und nach abwärts abweichen. Es scheinen 1 % und 50 % die gewöhnlichen Grenzen zu sein, welche nur in

seltenen Fällen überschritten werden. Ausschliesslich *Lamarckiana*-Pflanzen erhielt ich bei Kreuzungen mit *O. lata* bis jetzt nicht, mit *O. nanella* in den mitgetheilten Versuchen nur ein Mal.

Nehme ich als obere Grenze für die gewöhnlichen Fälle etwa 50—55 % an, so wird diese Grenze in den Kreuzungen mit *O. lata* nicht, bei *O. nanella* nur vereinzelt erreicht und nicht überschritten.

Diese Verhältnisse deuten darauf hin, dass die mittlere Erbzahl für diese beiden Arten etwa 22—24 % ist, dass die Abweichungen aber von den jedesmaligen Versuchsbedingungen verursacht werden. Selbstverständlich ist stets Rechnung zu halten mit den möglicher Weise durch die Wahl der Probe herbeigeführten Fehlern, aber die Abweichungen vom Mittel sind in zahlreichen Fällen zu gross, um diesen allein zugeschrieben werden zu können.

Ich folgere hieraus, dass diese Erbzahlen nicht constante Grössen sind, deren Abweichungen nur durch die unvermeidlichen Beobachtungsfehler bedingt werden, sondern dass sie an sich variabel und von der Lebenslage abhängig sind.

In Bezug auf diese kommen zwei Factoren in Betracht. Erstens die individuelle Kraft der männlichen und weiblichen Keimzellen, welche zusammengebracht werden, und zweitens die Ernährungsverhältnisse während der Kreuzung. Ob diese letzteren einen von der ersteren unabhängigen Einfluss haben können, ist vorläufig noch fraglich, und auf diese Frage werde ich nicht näher eingehen. Bei der Behandlung der individuellen Kraft treten wiederum zwei Punkte in den Vordergrund. Denn einerseits liegt es auf der Hand, anzunehmen, dass eine Verschiedenheit zwischen den männlichen und den weiblichen Keimzellen das Ergebniss beeinflussen kann, andererseits wäre es möglich, dass eine grössere oder geringere Kraft beider auf das Vorherrschen des älteren oder des jüngeren Typus entscheidend würde eingreifen.

Meine Versuche über diese höchst wichtigen, aber sehr schwierigen Fragen reichen bei Weitem zu einem endgültigen Urtheil nicht aus. Aber dennoch zeigen sie, dass ein Einfluss der individuellen Kraft besteht, und sich in vielen Fällen geltend macht, und dass man auf Grund dieses Satzes durch experimentelles Eingreifen die Erbzahlen verändern kann.

Im Sommer 1897 habe ich einen Versuch angestellt über die Vertheilung der Erbzahlen von *Oenothera nanella* über die Traube von *O. Lamarckiana*, wenn diese beiden Arten gekreuzt werden. Es handelte sich somit um die Frage, ob diese Erbzahl in jeder Höhe der Traube dieselbe ist. Solches war nicht der Fall. Der Versuch

ist derselbe, der bereits im vorigen Paragraphen S. 409 beschrieben worden ist.

Ausgangspunkt für meine Frage bildete die Beobachtung, dass die individuelle Kraft der Blüthen und Früchte im Laufe des Sommers allmählich abnimmt.[1] Ende Juli und Anfang August, beim Anfang der Blüthezeit, sind die Blüthen weitaus am grössten. Während einiger Wochen bleiben sie, an der Hauptrispe am Gipfel des aufrechten Stengels, ohne auffallende Verminderung ihrer Pracht. Ende August werden die neu sich öffnenden Blumen kleiner als die vorhergehenden, und im Laufe des Septembers und des Octobers nimmt die Grösse fortwährend ab, bis schliesslich die letzten Blumen oft nicht viel grösser sind als kräftige Blüthen von *Oen. biennis.* Untersucht man an einer fast reifen Traube die Früchte, so findet man, dass deren Länge gleichfalls von unten nach oben erheblich abnimmt. Und bestimmt man endlich in den einzelnen Früchten die Anzahl der keimfähigen Samen, so beobachtet man wiederum eine Abnahme, welche jetzt aber eine viel bedeutendere ist. Die individuelle Kraft der Blüthen und Früchte nimmt also während der Blüthezeit stetig und sehr merklich ab.

Diese Abnahme gilt selbstverständlich bei dem vorliegenden Kreuzungsversuch sowohl für den Vater als für die Mutter. Der zur Befruchtung der ersten *Lamarckiana*-Blumen benutzte Blüthenstaub entstammte kräftigeren Blüthen als der später gebrauchte, und im Laufe der drei Wochen meines Versuches muss die Kraft des verwandten *Nanella*-Pollens allmählich eine geringere geworden sein.[2]

Als im Frühling 1898 die Saaten der Samen der einzelnen Früchte ausgezählt, und die Zahlen in Gruppen von je fünf auf einander folgenden Früchten zusammenaddirt waren, zeigte sich, dass die Erbzahl auf allen Exemplaren im oberen Theile der Traube mehr oder weniger regelmässig abnahm. Diese Abnahme fing auf fünf Pflanzen sofort von unten ab an, in den drei anderen aber nahm die Erbzahl erst zu, um nur etwa um die Mitte der Traube wieder kleiner zu werden. Es lohnt sich nicht, die Zahlen für die einzelnen Früchte oder Pflanzen anzuführen; es wurden pro Pflanze etwa

---

[1] Dasselbe ist auch bei anderen Pflanzen der Fall, so z. B. beim Raps, wo es ausführlich untersucht wurde von Em. Gross, *Studien über die Rapspflanze.* Oesterr. Ungar. Zeitschr. für Zuckerindustrie. 1900. Bd. 29. S. 659.

[2] Bei einer Wiederholung des Versuches liesse sich vielleicht dieser Factor ausschliessen, indem man zu Anfang Pollen für den ganzen Versuch einsammeln und diesen, nach Mischung, aufbewahren würde. Doch behält der Blüthenstaub der *Oenothera* seine Keimkraft nicht während langer Zeit.

30 Früchte geerntet und für jede die Erbzahl bestimmt. Ich gebe nur die mittleren Zahlen für die beiden Gruppen von Pflanzen:

Abhängigkeit der Erbzahlen von *Oenothera nanella* von der Höhe der Früchte auf der Traube der mit ihr gekreuzten *O. Lamarckiana*-Pflanzen.

	1. Gruppe (5 Pflanzen)	2. Gruppe (3 Pflanzen)	Mittel
I (obere fünf Früchte)	12 %	20 %	16 %
II	11 „	21 „	16 „
III	16 „	21 „	19 „
IV	17 „	**36** „	24 „
V	18 „	34 „	24 „
VI	21 „	28 „	23 „
VII (untere fünf Früchte)	**37** „	22 „	31 „
Im Mittel:	19 %	26 %	

In der ersteren Gruppe sind die schwächeren Pflanzen enthalten. Die Erbzahlen, für jede Pflanze aus dem Mittel aller Zählungen mit Ausschluss derjenigen der obersten Früchte berechnet, waren 14, 20, 22, 26, 27 % *O. nanella.* Die zweite Gruppe enthielt die drei kräftigsten Pflanzen, für welche die Erbzahlen, in derselben Weise berechnet, 25, 26, 34 % waren. In der ersten Gruppe nehmen die Erbzahlen aufwärts von 37 % bis 11—12 % ab; in der zweiten steigen sie erst von 22 auf 36, um dann wieder auf 20 zu fallen. Berechnet man das Mittel für alle Versuchspflanzen, so erhält man in dem vorliegenden Falle wiederum eine stetige Abnahme von unten nach oben.

Es geht aus diesem Versuche hervor, dass, abgesehen von zahlreichen anderen Einflüssen, die Erbzahl um so höher ausfällt, je kräftiger die gekreuzten Blüthen sind.

Dieser Satz lässt sich aus dem behandelten Versuche noch in einer anderen Weise belegen. Ich habe dazu für jede einzelne Versuchspflanze die Früchte nach der Anzahl ihrer keimfähigen Samen angeordnet, dann die Früchte in Gruppen eingetheilt und für jede Gruppe die mittlere Erbzahl berechnet. Es ergab sich dabei, dass die einzelnen Früchte procentisch um so mehr *Nanella*-Keime enthielten, als ihr Reichthum an keimfähigen Samen überhaupt grösser war. Ich führe als Beispiel die Zahlen für eine Pflanze aus der zweiten Gruppe der obigen Tabelle an. (Von diesem Exemplar sind die Keimlinge aus 35 Früchten untersucht worden.)

Keimpflanzen pro Frucht	Procentischer Gehalt an *Oen. nanella*
90—100	44
80— 90	33
70— 80	31
60— 70	29
50— 60	14
40— 50	13
20— 40	10

Oder in Worten: Je kräftiger und je samenreicher die einzelne Frucht, um so grösser ist im Mittel ihr Gehalt an *Nanella*-Keimen.

Aus diesen Sätzen ergiebt sich nun die folgende Regel für die Beurtheilung der Erbzahlen, welche in den drei vorhergehenden Paragraphen mitgetheilt worden sind. Die Abweichungen der Erbzahlen vom Mittel können zum Theil von der Wahl der Blüthen auf der Traube bedingt sein. In vielen Versuchen muss man damit zufrieden sein, etwa zehn Blüthen auf einer Traube zu castriren und künstlich zu befruchten. Es kann solches nicht an einem Tage geschehen, da die Unterschiede im Alter der Blüthenknospen dazu zu gross sind. Meine meisten Versuche dauerten zwei bis drei Wochen, indem an jedem zweiten Tag die Castrirungen und Befruchtungen vorgenommen wurden. Gelingen diese nicht alle, so hat man am Schlusse weniger Früchte und Samen als man beabsichtigte, oder der Versuch ist über eine längere Zeit auszudehnen. Aus verschiedenen Gründen ist es unmöglich, stets die Kreuzung sofort beim ersten Anfang der Blüthe vorzunehmen, oft schon deshalb, weil dann die als Vater gewählte Art noch nicht blüht. Die Lage der gekreuzten Blumen auf den Trauben wechselt also je nach den Umständen,[1] und es leuchtet nach dem Obigen ein, dass hierdurch das Ergebniss wesentlich beeinflusst werden kann.

Die äussersten Grenzen, zwischen denen die Erbzahlen schwanken, fallen selbstverständlich für die einzelnen Früchte weiter auseinander als für die Gruppen von je fünf Kapseln, wie sie auch für diese Gruppen weitere sind als für die ganzen Pflanzen (S. 409). Es wurden die Erbzahlen für etwas über 220 Früchte ermittelt. Von diesen hatten 20 überhaupt keine *Nanella*-Keime; diese waren aber samenarme Früchte in den oberen Theilen der Rispen (Samengehalt

[1] Bei einer Wiederholung dieser Versuche wäre wenigstens die Lage der castrirten Blumen stets aufzuzeichnen.

22—45 Keime pro Frucht). Elf hatten mehr als 50 %, und nur zwei mehr als 61 % *Nanella*. Auf diese zwei ist aber, wegen ihrer geringen Samenzahl (32 Keime mit 69 %, 55 Keime mit 75 % *Nanella*), kein Gewicht zu legen; übrigens gehörten sie beide zu der untersten Fünfergruppe ihrer Pflanze. Die Grenzen 0 und 61 % stimmen aber hinreichend mit den gewöhnlichen Grenzen unserer Zahlen in den vorigen Paragraphen überein.

Für einen zweiten Versuch habe ich die Vergleichung der Endrispe mit den Früchten der Seitenzweige gewählt. Und zwar derjenigen Zweige, welche nicht aus den Achseln der Wurzelblätter, sondern auf dem mittleren Theile des Hauptstammes entspringen. Diese Zweige sind in der Regel auffallend schwächer als der Hauptstamm. Und dem entsprechend fand ich auf ihnen auch die Erbzahl kleiner als sonst.

Der Versuch ist der in § 2, S. 402 erwähnte mit *Oenothera lata*. Auf sechs von den dort genannten Pflanzen wurden neben den Samen der Endrispe auch diejenigen der Seitentrauben gesammelt, nachdem ihre Blüthen mit dem Staub von Blumen derselben *Lamarckiana*-Individuen belegt waren. Da aber die Seitenzweige später blühen als der Hauptstengel, waren die Pollen liefernden Blüthen für die ersteren auch spätere, höher in der Inflorescenz erwachsene. Die procentischen Erbzahlen oder der Gehalt an *Lata*-Keimlingen, in der mehrfach behandelten Weise ermittelt, waren:

Pflanze	Hauptstengel	Seitenzweige
I	27	21
II	26	22
III	24	27
IV	32	27
V	21	21
VI	28	18
Im Mittel:	26	23

Die Anzahl der gezählten Keimlinge war pro Einzelversuch 45—132; im Ganzen 427 für die Hauptstengel und 650 für die Seitenzweige. Die gefundenen Unterschiede sind nicht gross, noch fallen sie ausnahmslos in derselben Richtung. Zusammen aber bestätigen sie das Ergebniss des vorigen Versuches in genügender Weise.

Für einen dritten Versuch habe ich wiederum eine Befruchtung von *O. Lamarckiana* mit dem Staub der *O. nanella* gewählt. Es galt dabei die Wirkung geringer Mengen von Blüthenstaub zu studiren. Der Versuch ging von den folgenden Ueberlegungen aus:

Die *Oenothera Lamarckiana* und die *O. nanella* besitzen beide einen sehr reichlichen Pollen. Dieser besteht aber zu einem wesentlichen Theile aus tauben Körnern, wie solches ja auch bei den anderen neuen Arten, und sogar bei *O. biennis* und *O. muricata* der Fall ist. Ebenso sind die Samenknospen zu einem erheblichen Theile unfruchtbar. Es liegt deshalb auf der Hand, anzunehmen, dass die fruchtbaren Pollenkörner von sehr verschiedener individueller Kraft sind. Bestäubt man nun die Narben in der gewöhnlichen Weise sehr reichlich, so werden vorwiegend die Staubröhren der kräftigsten Körner die Samenknospen erreichen und befruchten. Vermindert man aber die Anzahl der Pollenkörner auf der Narbe allmählich, so werden offenbar immer mehr mittlere und schwache Pollenkörner ihre Röhren bis in den Fruchtknoten bringen können, bevor die letzten Samenknospen befruchtet sind. Bei ganz geringen Gaben muss also die Befruchtung im Mittel durch schwächere Körner stattfinden als bei grossen Mengen von Blüthenstaub. Und dass die Quantität des Blüthenstaubes auf der Narbe einer anderen Species einen Einfluss auf die Eigenschaften der zu erwartenden Bastarde haben kann, war den älteren Forschern wohlbekannt.[1]

Um nun das Keimen nur für eine kleine Anzahl von Staubkörnern zu ermöglichen, habe ich nicht kleine Mengen auf die Narben aufgetragen, sondern im Gegentheil die Narbenoberfläche möglichst reducirt. Von den vier bis acht Narben jeder castrirteu Blüthe schnitt ich dazu auf einigen Pflanzen alle Narben bis auf eine, auf anderen Individuen sämmtliche Narben mit Ausnahme eines ganz kleinen Theiles ihrer Insertion auf dem Griffel ab. Dann wurde der Staub aus einem einzigen Staubfaden der *Nanella* über mehrere so vorbereitete Blumen der *Lamarckiana* vertheilt, aber ohne die Staubmengen weiter auszumessen. Viele Früchte setzten dabei überhaupt keine Samen an, andere schwollen nur zur Hälfte oder zu einem Drittel auf, wieder andere lieferten eine ausreichende Ernte.

Die Kreuzungen fanden im August 1899 statt. Die *Lamarckiana*-Pflanzen gehörten der siebenten Generation meiner ersten *Lata*-Familie (Bd. I, S. 202), die den Staub liefernden *Nanella*-Exemplare der fünften Generation der Bd. I, S. 265 beschriebenen Rasse an. Es wurden auf acht Pflanzen aus jeder castrirten Blüthe sämmtliche Narben entfernt; jede gab einige Früchte, aus denen zusammen 1593 Samen keimten. Diese Keimlinge waren ausnahmslos *Lamarckiana*; die *Nanella* fehlte

[1] WIEGMANN, *Die Bastarderzeugung im Pflanzenreich.* 1828. S. 22. Vergl. auch NÄGELI, *Sitzungsber. d. mat. phys. Classe der königl. bayr. Academie.* 15. Dec. 1865. S. 424.

unter ihnen durchaus. Es wurden ferner gleichfalls acht Pflanzen von allen Narben bis auf je eine pro Blüthe beraubt. Hier konnte der Staub der *Nanella* somit etwas reichlicher keimen. Die Anzahl der keimfähigen Samen zeigte sich bei der Aussaat als 1687, von denen 32 *Nanella* waren, also etwa 2 $^0/_0$. Die einzelnen Erbzahlen der acht Pflanzen waren 0, 0, 0, 1, 1, 2, 3, 5, die ersteren meist bei geringerer, die drei letzten bei grösserer Ernte (in letzterer Gruppe 240—330 Keimlinge pro Mutter).

So niedere Erbzahlen sind in den gewöhnlichen Versuchen mit *O. nanella* (§ 3, S. 408ff.) äusserst selten. Auf mehr als 100 Kreuzungen wurde nur ein einziges Mal 0 $^0/_0$, und nur 13 Mal 1—5 $^0/_0$ gefunden. Es ist somit unzweifelhaft, dass sie in diesem Versuche als Erfolg des Beschneidens der Narben und der kärglichen Bestäubung zu betrachten sind. Sie beweisen also den anfangs ausgesprochenen Satz, dass man durch ein künstliches Eingreifen in den Process der Bestäubung einen wesentlichen Einfluss auf die Erbzahlen ausüben kann.

§ 5. Die Erbzahlen der übrigen neuen Arten.

Wenn die Keimpflanzen nicht in den Keimschüsseln beim zweiten bis vierten Blatt, sondern erst nach dem Verpflanzen, als reichbeblätterte Rosetten kenntlich werden, ist die Ermittelung der Erbzahlen selbstverständlich eine viel umständlichere Arbeit. Ich habe deshalb mit den übrigen neuen Arten nur in soweit Versuche angestellt als erforderlich war, um zu erfahren, ob einige unter ihnen sich vielleicht wesentlich anders verhalten als die beiden ausführlicher studirten.

Mit *Oenothera rubrinervis* habe ich im Jahre 1899 sieben *Lata*-Pflanzen mit gutem Erfolge befruchtet, wie bereits S. 404 erwähnt wurde. Für diese habe ich auch die Erbzahlen der *O. rubrinervis* bestimmt und fand die folgenden procentischen Werthe:

5 7 8 8 8 9 9.

In demselben Jahre habe ich auch *O. Lamarckiana* selbst mit *O. rubrinervis* befruchtet. Ich habe vier Kreuzungen, jede auf einer anderen Mutter und mit einem bestimmten Vater ausgeführt und erhielt die folgenden procentischen Erbzahlen:

19 24 68 74.

Die beiden ersteren fallen innerhalb derselben Grenzen wie alle bisherigen Versuche; die beiden letzteren weichen aber in auffallender Weise ab und verdienen deshalb eine eingehendere Erörterung. Die

Lamarckiana-Pflanzen waren von reiner Abstammung, die *O. rubrinervis* aber entstammten einem später zu besprechenden Kreuzungsversuche von 1893 zwischen *O. rubrinervis* und *O. nanella,* von welchen ich einen Theil der Samen bis 1899 aufbewahrt hatte. Diese Saat bestand fast ausschliesslich aus *Rubrinervis*-Pflanzen, von denen die schönsten zur Entnahme des Pollens gewählt wurden. Die aus der Kreuzung von 1899 gewonnenen Samen wurden 1900 ausgesät und auf einem grösseren Beete in ausreichenden Entfernungen ausgepflanzt. Es waren für jeden der beiden Versuche 80 Pflanzen. Die Zählungen wurden im Juni auf den Rosetten vorgenommen und Ende August bei voller Blüthe wiederholt; sie ergaben beide Male dasselbe Resultat. Auf diese beiden und einige weitere Versuche werde ich aber unten ausführlicher zurückzukommen haben.

Mit *Oenothera oblonga* habe ich wegen ihrer Samenarmuth (Bd. I, S. 244) nur zwei Versuche von geringem Umfange gemacht. Es war dies 1897; die gewählten *Oblonga*-Pflanzen stammten aus einer *Scintillans*-Familie (Bd. I, S. 275). Eine wurde mit *O. brevistylis,* die andere mit *O. nanella* befruchtet. Es keimten nur 36 bezw. 15 Samen. Die Keimlinge der ersten Kreuzung waren mit Ausnahme einer *O. nanella* alle *O. Lamarckiana,* die der zweiten trugen alle diesen Typus. *Oblonga*-Exemplare fand ich unter den Nachkommen nicht, obgleich ich diese während mehr als drei Monate, also ausreichend lange Zeit, cultivirt habe.

Oenothera scintillans habe ich zwei Mal mit *O. nanella* und ein Mal mit *O. Lamarckiana* gekreuzt; die letztere Kreuzung habe ich auch reciprok ausgeführt. Die beiden ersteren Versuche (1895 und 1897) ergaben 23 und 24 $^0/_0$ als Erbzahl für *O. scintillans*; es sind dieselben Kreuzungen, aus denen oben die Erbzahl von *O. nanella* (S. 400) erwähnt wurde. Die Kreuzungen mit *Lamarckiana* gaben, als diese den Pollen lieferte, 27 $^0/_0$, als sie die Mutter war, aber 0 $^0/_0$ *scintillans.* Beide Kreuzungen wurden 1898 ausgeführt; der Umfang der Aussaaten war 160 und 70 Exemplare; sie wurden sowohl als Rosetten als auch während der Blüthe gezählt und beurtheilt.

Die Erbzahlen der *O. scintillans* (0, 23, 24, 27) fallen also mit denen der übrigen neuen Arten zusammen. Es ist dieses um so merkwürdiger, als die *O. scintillans* eine nur theilweise constante Art ist (Bd. I, S. 172 und 275 ff.). Die zu diesen vier Bastardirungen benutzten *Scintillans*-Pflanzen gehörten alle denjenigen Familien an, deren Erbzahl bei Selbstbefruchtung etwa 35 $^0/_0$ *scintillans* war. Mit der Bd. I, S. 173 erwähnten Rasse mit etwa 70 $^0/_0$ *scintillans* habe ich noch keine Kreuzungsversuche gemacht.

Schliesslich habe ich noch einen einzigen Versuch zu erwähnen, den ich mit *Oenothera gigas* angestellt habe. Zu diesem wählte ich Ende August 1898 zwei der *Lamarckiana*-Pflanzen, welche zu dem ersten Kreuzungsversuche mit *O. nanella* benutzt waren (S. 407), und befruchtete einen letzten Abschnitt ihrer Traube nach Castrirung mit *Oenothera gigas.* Diese Art fing in jenem Jahre erst spät an zu blühen, und es kam dadurch der Blüthenstaub der unteren Blumen der Endtrauben zweier Pflanzen auf die Narben der höchsten Blüthen der beiden (nahezu erschöpften) Inflorescenzen der *Lamarckiana.* Dieses extreme Verhältniss erklärt vielleicht das extreme Resultat dieser Kreuzung. Es wurden im Ganzen nur 0·7 und 0·3 Ccm. Samen erzielt, welche sämmtlich ausgesät wurden, aber nur etwa 60 Pflanzen lieferten. Diese aber waren ausnahmslos *O. gigas*, was sowohl in der Jugend als auch im Herbst, als sie nahezu sämmtlich blühten, auffallend deutlich war.

Ueberblicken wir die in diesem Paragraphen mitgetheilten Zahlen, so sehen wir für *O. scintillans* und theilweise für *O. rubrinervis* Zahlen, welche denen von *O. lata* und *O. nanella* völlig entsprechen. Anderentheils finden wir für *O. rubrinervis* und *O. gigas* viel höhere Erbzahlen (68 %, 74 %, 100 %) und ebensolche werden wir für *O. rubrinervis* noch später kennen lernen (bei Kreuzungen zwischen dieser Art und *O. nanella*). Die *O. oblonga* schien in den zwei kleinen Versuchen ihren Typus unter ihren Bastarden nicht zu wiederholen.

Es fällt in dieser Zusammenstellung auf, dass die schwächeren Arten (*O. lata, O. nanella, O. scintillans* und *O. oblonga*) niedere Erbzahlen haben, während *O. rubrinervis,* welche etwa ebenso stark ist wie die Mutterart, sehr schwankende Zahlen aufweist, und die auffallend starke *O. gigas* in dem einzigen Versuche eine ausnahmsweise hohe Erbzahl besass. Es wird aber weiterer umfangreicher Versuche bedürfen, um hier eine Verallgemeinerung möglich zu machen.

§ 6. Dihybride Kreuzungen.

(Tafel I.)

Kreuzt man zwei aus *O. Lamarckiana* entstandene Arten mit einander, so hat man eine dihybride Kreuzung. Eine solche wird sich aber als eine Summirung zweier monohybrider Verbindungen verhalten. Die Bastarde werden nicht nur die reinen Typen der Eltern wiederholen, sondern auch noch Combinationen von ihnen entsprechen können. Diese Combinationen können positive sein, indem sich die Eigenschaften der beiden Eltern addiren, oder negative, indem

sie beide fehlen und der Bastard somit auf den Typus der gemeinsamen Mutterart zurückschlägt.

Wählen wir als Beispiel die Befruchtung der *O. lata* mit *O. nanella.* Die aus den so befruchteten Samen aufgehenden Pflanzen werden dann theils *lata,* theils *nanella* sein können, dazu wird es aber auch *Lamarckiana* geben und andere, welche zu gleicher Zeit *lata* und *nanella* sind (vergl. Bd. I, S. 266).

Die Erfahrung lehrt nun, dass diese vier Typen wirklich vorkommen, aber nicht in gleichen Verhältnissen. Die beiden verbundenen Arten behalten im Allgemeinen die Erbzahlen, welche sie auch bei monohybriden Kreuzungen zeigen; ihnen gleichen somit im Mittel je etwa ein Viertel der Nachkommen. Unter den übrigen sind aber die positiven Verbindungen, also *O. lata nanella,* zwar vorhanden, aber in höchst untergeordneter Menge, in manchem Versuch gänzlich fehlend, während alle übrigen den Typus der Mutterart, also der *O. Lamarckiana* führen. Die Nachkommenschaft der *O. lata* × *O. nanella* hat also vorwiegend die Zusammensetzung, welche auf Tafel I abgebildet ist. Sie ist dann eine tritype, bestehend aus *O. lata, O. nanella* und *O. Lamarckiana.*

Die Kreuzungen, welche ich zwischen *O. lata* und *O. nanella* ausgeführt habe, sind schon bei diesen Arten in § 2 und 3 dieses Abschnittes erwähnt worden; ich habe deshalb hier nur die gefundenen Werthe übersichtlich zusammenzustellen, indem ich für jede Kreuzung die drei Erbziffern neben einander vorführe.

Erbzahlen bei der Kreuzung O. lata × O. nanella.

Jahr der Kreuzung	Nr. der Pflanze	Procentischer Gehalt der Ernte an *O. nanella*	*O. lata*	*O. Lamarckiana*
1896	I	55	24	21
1896	II	52	28	20
1896	III	49	26	25
1896	IV	46	32	22
1896	V	42	39	19
1899	I	40	32	28
1899	II	9	32	59

In der letzten Spalte sind die Mutanten mitberechnet; sie sind im ersten Bande S. 211 für die entsprechenden Jahre (Keimung 1897 und 1900) aufgeführt worden.

Auch die Erbzahlen aus den Kreuzungen *O. scintillans* × *O. nanella* wurden bereits vorgeführt (§ 3 und 5). Sie waren die folgenden:

O. scintillans × O. nanella.

Kreuzung	*O. nanella*	*O. scintillans*	*O. Lamarckiana*
1895	24	23	34
1897	43	24	15

Kreuzungen zwischen *O. lata* und *O. rubrinervis* sind S. 404 und S. 418 erwähnt worden. Die Zusammenstellung ihrer Erbzahlen[1] ergiebt Folgendes:

O. lata × O. rubrinervis.

Kreuzung	Pflanze	*O. lata*	*O. rubrinervis*	*O. Lamarckiana*
1899	I	18	8	74
„	II	15	9	76
„	III	9	8	83
„	IV	5	5	90

Die Kreuzungen zwischen *O. rubrinervis* und *O. nanella* lieferten in Bezug auf die letztere Form ein Ergebniss, das von den bisher mitgetheilten abweicht, und deshalb später ausführlich beschrieben werden soll. Vorgreifend sei hier aber bemerkt, dass die *Rubrinervis*-Eigenschaften sich dabei in derselben Weise verhielten wie die Merkmale meiner übrigen neuen Arten, indem die erste Bastardgeneration dityp war, aus *Rubrinervis*- und *Lamarckiana*-Individuen bestehend, und diese Eigenschaften sich in den späteren Generationen wie constante verhielten.

§ 7. Die Constanz in den späteren Generationen.

Die in den vorhergehenden Paragraphen behandelten Bastarde zwischen der *Oenothera Lamarckiana* und ihren verschiedenen Abkömmlingen glichen theils jener, theils diesen. Allerdings wurden weitaus die meisten als junge Rosetten gezählt und weggeworfen, doch habe ich viele Hunderte von ihnen zum Blühen und zur Fruchtreife gebracht. Es zeigte sich dabei stets, dass zwischen ihnen und dem einen ihrer Eltern überhaupt kein Unterschied zu sehen war. Die *O. lata* ist allerdings stets hybrider Herkunft, und hier könnte man nur einen Unterschied zwischen den unmittelbar aus der *Lamarckiana*

[1] Für die drei übrigen Versuche vergl. § 7.

hervorgegangenen Mutanten und ihren Nachkommen erwarten. Aber auch ein solcher Unterschied zeigte sich nie. Und ganze Beete von *O. nanella,* selbst in den späteren Generationen der constanten Rassen, sind von den aus Kreuzungen stammenden *Nanella*-Exemplaren gar nicht zu trennen. Auch bei voller Blüthe und bei sehr genauem Durchsuchen gleichen sie sich völlig, unabhängig von ihrer Abstammung.

Ebenso verhalten sich die hohen Bastarde, die der *Lamarckiana* ähnlichen Kinder aus diesen Kreuzungen. Sie gleichen in jeder Hinsicht den Pflanzen reiner Abstammung.

Es entsteht hieraus die Frage, ob diese Bastarde sich auch bei Selbstbefruchtung in derselben Weise verhalten werden? Mit anderen Worten: werden sie bei der Aussaat ihrer Samen sich als constant zeigen oder nicht? Die Antwort auf diese Frage lautet, dass Constanz die Regel ist, dass aber ausnahmsweise Bastarde vorkommen, deren Kinder die beiden Typen der Grosseltern wiederholen.

Die Behandlung dieser Spaltungen werde ich für später aufbewahren (vergl. unten, § 12—13) und zunächst eine Reihe von Versuchen vorführen, in denen die Bastarde sich als constant erwiesen.

Die *O. lata* ist hierbei ausgeschlossen, da Selbstbefruchtung bei ihr unmöglich ist. Hervorzuheben ist nur, dass ihre Erbzahl im Allgemeinen dieselbe ist, ob man sie als Mutante oder in späteren Generationen zu Kreuzungen verwendet (vergl. § 2 und namentlich die Stammbaum-Tabellen S. 406). Gleichfalls ist selbstverständlich die *O. scintillans* ausgeschlossen, da sie ja selbst nicht constant ist.

Ich behandle zuerst die Frage nach der Constanz der aus den Kreuzungen mit *O. nanella* hervorgegangenen Exemplare von *O. nanella.* Aus mehreren der in den vorigen Paragraphen behandelten Kreuzungen erzog ich einige oder mehrere Kinder zur Blüthe, befruchtete sie in Pergaminbeuteln rein mit dem eigenen Blüthenstaub und sammelte und säte die Samen für jedes Exemplar besonders. Aus diesen Samen erhielt ich stets nur Zwerge, meist rein, sehr selten solche, welche zu gleicher Zeit den Typus einer anderen reinen Art trugen (Bd. I, S. 266). Rückschläge auf den Typus der echten *Lamarckiana* gab es ebenso wenig wie unter den Nachkommen der *Nanella*-Pflanzen aus den reinen Rassen. Jedoch behaupte ich keineswegs, dass solche Rückschläge bei weiterer Ausdehnung der Versuche nicht würden gefunden werden. Ich gebe jetzt für die einzelnen Versuche an, aus welcher Kreuzung die Zwerge stammten, wie viele von ihnen auf ihre Constanz geprüft wurden, und welche die Anzahl der aus ihren Samen

erhaltenen Keimlinge war. Diese waren ausnahmslos Zwerge; die Zahlen aber ersieht man aus der folgenden Tabelle.

Umfang der Aussaaten über die Constanz von O. nanella aus Kreuzungen.

Jahr der Selbstbefruchtung	Kreuzung	Anzahl der selbstbefruchteten Zwerge	Anzahl ihrer Kinder
1898	*O. Lam.* × *O. nanella*	30	2305
1898	*O. lata* × *O. nanella*	17	2616
1898	*O. lata* × *O. nanella*	7	611
1899	*O. lata* × *O. nanella*	5	200
1898	*O. scintillans* × *O. nanella*	4	393
1894	*O. nanella* × *O. brevistylis*	1	72
	Summa:	64	6197

Auch *O. rubrinervis*, entstammend einer Kreuzung von *O. Lamarckiana* × *O. rubrinervis*, habe ich nach künstlicher Selbstbefruchtung 1899 auf ihre Constanz geprüft. Ich erzog aus den Samen 80 Pflanzen, welche sämmtlich blühten oder doch ihre Blüthenknospen zeigten und welche ausnahmslos *O. rubrinervis* waren.

Bei dem Studium der Constanz der aus Kreuzungen entstandenen Exemplare von *O. Lamarckiana* selbst handelt es sich erstens darum, ob die zu der Kreuzung benutzten Arten sich in der Nachkommenschaft wiederholen, zweitens aber darum, ob sie dieses vielleicht nur in denselben Verhältnissen thun, in denen diese Formen auch sonst von der *O. Lamarckiana* als Mutanten hervorgebracht werden. Denn die Fähigkeit, zu mutiren, besitzen diese Bastardpflanzen, wie wir Bd. I, S. 212 gesehen haben, ebenso gut wie diejenigen reiner Abstammung.

Für eine Reihe der in den vorigen Paragraphen beschriebenen Bastardirungen habe ich unter den Bastarden der ersten Generation einige *Lamarckiana*-Exemplare ausgewählt und in Pergaminbeuteln mit sich selbst befruchtet. Die Samen sammelte und säte ich für jedes Exemplar getrennt; die Keimpflanzen wurden ausgesucht und gezählt, sobald sich die Merkmale unzweifelhaft erkennen liessen. Ich führe für die einzelnen Kreuzungen die Anzahl der selbstbefruchteten Bastarde und diejenige der geprüften Keimlinge an. Für die letzteren ist dann besonders mitgetheilt, wie viel Exemplare nicht *Lamarckiana* waren, sondern den Typus der zu den ursprünglichen Kreuzungen benutzten Grosseltern, in sofern diese neue Arten waren, wiederholten.

Aussaaten über die Constanz von Oenothera Lamarckiana-Exemplaren aus Kreuzungen.

Jahr der Selbst-befruchtung	Kreuzung	Anzahl der selbstbefruchten *O. Lamarckiana*	Anzahl ihrer Kinder	Darunter *Nanella*	Darunter *Lata*
1897	*O. Lam.* × *O. nanella*	5	1063	5	—
1899	*O. Lam.* × *O. scintillans*	2	80	—	—
1899	*O. Lam.* × *O. rubrinervis*	2	80	—	—
1897	*O. lata* × *O. Lamarckiana*	3	427	—	3
1898	*O. lata* × *O. nanella*	7	1693	12	1
1898	*O. scintillans* × *O. nanella*	2	151	1	—
	Summa:	21	3494	18	4

Die Zahlen in dieser Tabelle sind absolute. In Procente umgerechnet geben sie etwa 0·5—1 % oder noch weniger. Sie stimmen somit mit den im ersten Bande besprochenen Mutationscoëfficienten (I, S. 239, 261 und 298) ausreichend überein, um als solche betrachtet werden zu dürfen. Dieser Schluss scheint um so mehr gerechtfertigt, als, wie bereits erwähnt, das Mutationsvermögen keineswegs auf die Hervorbringung der grosselterlichen Formen beschränkt war (I, S. 212).

Es ergiebt sich hieraus, dass die aus Kreuzungen hervorgegangenen Exemplare von *O. Lamarckiana* bei der Aussaat ihrer selbstbefruchteten Samen ebenso constant sind wie diejenigen reiner Abstammung.

§ 8. Mutationen nach Kreuzungen.

Es liegt auf der Hand, dass nach Kreuzungen zwischen den einzelnen Gliedern unserer Mutationsgruppe neue Formen ebenso leicht auftreten werden als nach Selbstbefruchtungen. Auch sind sie dabei keineswegs häufiger, und nichts deutet darauf hin, dass das Mutationsvermögen etwa durch die Kreuzung gesteigert würde. Im ersten Bande, S. 211—212 habe ich die Zahlenbelege für diese Aussprüche zusammengestellt. Und wie neben den häufigeren Mutationsformen auch seltenere vorkommen, deren fortgesetzte Cultur bis jetzt nicht gelang, so geschieht solches selbstverständlich auch nach Kreuzungen. Ich meine hier die im ersten Bande S. 298—304 als Artanfänge beschriebenen Formen. Mehrfach entstanden nach Kreuzungen solche neue Typen, welche sich deutlich von allen bis dahin beobachteten unterschieden, und welche, wenn sie als Rosetten von Wurzelblättern als etwas Besonderes erkannt und entfernt von der

übrigen Cultur unter möglichst günstigen Bedingungen ausgepflanzt waren, sich auch beim Wachsthum des Stengels und während der Blüthezeit als abweichend ergaben. Gewöhnlich blühten sie dann aber zu spät, um ihre Samen noch reifen zu können, und gingen sie also spurlos zu Grunde.

Es lohnt sich nicht, die so entstandenen Formen einzeln zu beschreiben. Statt dessen gebe ich eine Abbildung einer sehr typischen neuen Form, welche im Jahre 1900 aus gekreuzten Samen aufging.

Fig. 79. Mutante aus *Oenothera rubrinervis* × *nanella*. 1900.

Unter den verschiedenen Verbindungen, welche ich zwischen *O. rubrinervis* und *O. nanella* gemacht habe, erhielt ich aus einer 1899 ausgeführten Kreuzung die in Fig. 79 abgebildete Pflanze. Sie wurde beim Auspflanzen auf den Beeten im Juni aus einer grösseren Aussaat als fremdartig ausgeschieden, mit einigen anderen Rosetten von mir unbekannter Form; sie war aber die einzige, welche es zur Blüthe brachte. Die Wurzelblätter waren kleiner und erheblich schwächer als sonst. Die Rosette trieb bald einen Stengel, der dünner, schlanker und nicht so hoch war wie bei *O. Lamarckiana* und *O. rubrinervis*. Auch die Stengelblätter waren kleiner und auffallend viel schmäler. Der Stamm war sehr reichlich verzweigt, mit langen, dünn beblätterten Aesten. Im August und Anfang September, als das Exemplar bereits über 1 Meter hoch war, schien es, dass es gar nicht blühen sollte, und glaubte ich anfangs, dass es zu dem Bd. I, S. 301 als *O. fatua* abgebildeten Typus gehörte, trotz der Verschiedenheit der Blätter. Aber diese Aehnlichkeit verschwand, als es gegen den October zu blühen anfing (Fig. 79). Im Laufe dieses Monats blühte es auf nahezu allen Zweigen mit kleinen, sehr eigenthümlichen Blumen. Diese öffneten sich aber viel zu spät, um Samen reifen zu können, und so ist mir auch von dieser Mutation nichts Anderes als einige Präparate und Abbildungen übrig geblieben.

§ 9. Die Kreuzung mutabler Eigenschaften.

In dem Paragraphen über die Hypothese der Prämutation (Bd. I, S. 352) haben wir gesehen, dass das alljährliche Auftreten derselben neuen Arten aus der Mutterart nur dann in einfacher Weise erklärt werden kann, wenn man annimmt, dass die Anlage zu diesen Mutationen bereits in der letzteren vorhanden ist. Diese Anlage muss dann erblich sein, und von der einen Generation auf die andere, von dem Hauptzweig der Culturen auf die Nebenzweige übertragen werden. Sie äussert sich aber mehr oder weniger regelmässig, jedes Jahr und wohl in jeder Cultur von ausreichendem Umfang eine gewisse Anzahl von Mutationen hervorrufend. Diese Anzahl schwankt innerhalb ziemlich enger Grenzen; sie ist für die eine neue Form etwas grösser als für die andere, erreicht z. B. für *Oenothera oblonga* 1 %, fur *O. rubrinervis* 0·1 % und für *O. gigas* wohl nicht mehr als 0·01 % (Bd. I, S. 239). Ich habe oben für diese Verhältnisse den Namen der Mutationscoëfficienten vorgeschlagen. Die Anlagen aber nenne ich mutabele, gerade weil sie sich in grösseren Culturen in ausreichender Weise durch die Mutationen verrathen.

Unsere Erörterungen über die Prämutationsperiode haben zu dem Schlusse geführt, dass neue elementare Eigenschaften nicht auch sichtbar zu werden brauchen, sobald sie im Innern der Pflanze zuerst hervorgebracht werden. Im Gegentheil, unsere ganze Gruppe von Beobachtungen über das Mutiren der *Oenothera Lamarckiana* führt zu der Ansicht, dass die inneren Eigenschaften lange Zeit nach ihrer Entstehung inactiv bleiben können oder doch nur gelegentlich in den activen Zustand überzugehen brauchen. Ein jeder solcher Uebergang stellt dann eine sichtbare Mutation dar.

In diesen Fällen ist also eine neue Eigenschaft zuerst im mutabelen Zustande da, um erst aus diesem activ zu werden.

Daraus geht aber hervor, dass, wenn man die Mutterart mit einem ihrer Abkömmlinge kreuzt, der einzige Differenzpunkt der ist, dass die fragliche Eigenschaft bei der ersteren im mutabelen, bei der letzteren im activen Zustande vorhanden ist. Aber beide Eltern besitzen, abgesehen von diesem Punkte, genau dieselben Eigenschaften.

Wir finden hier also eine wichtige Analogie mit den im vorigen Abschnitt behandelten MENDEL'schen Kreuzungen. Aber während dort die verschiedenen Zustände, namentlich bei den Spaltungen in den späteren Generationen, sich einander ebenbürtig zeigten, ist solches hier nicht der Fall. Offenbar ist eine Eigenschaft in der activen Lage

ungleichwerthig[1] mit derselben im mutabelen Zustande, und dieses äussert sich theils in der Ungleichförmigkeit der ersten Generation der Bastarde, theils in dem Einflusse äusserer Bedingungen auf das Ergebniss der Kreuzung.

Die Ungleichförmigkeit dieser Bastarde in der ersten Generation besteht bei monohybriden Verbindungen darin, dass ein Theil der Bastarde die Merkmale der Mutter, ein anderer Theil aber jene des Vaters führen, und zwar nicht oder doch nicht merklich abgeschwächt. Ist die Verbindung eine dihybride, d. h. eine solche zwischen zwei neuen elementaren Arten, so gesellt sich zu diesen beiden Typen in der ersten Bastardgeneration noch ein dritter. Dieser ist ein atavistischer, da er derjenige der Mutterart beider Eltern, hier also der *Oenothera Lamarckiana* selbst ist.

Die bei den Mendel'schen Kreuzungen so allgemein gültige Regel von der Präponderanz des phylogenetisch älteren Merkmales finden wir auch hier, aber in einer anderen Weise. Bei den Kreuzungen von *Oen. lata* oder von *Oen. nanella* mit der Mutterart überwiegt die letztere in dem Sinne, dass sie mehr als der Hälfte, zumeist drei Vierteln der Bastarde, ihr Bild aufprägt, während der Typus der neuen Art nur zu etwa einem Viertel unter den Hybriden vertreten ist. Und bei den dihybriden Bastardirungen darf der soeben erwähnte Atavismus gewiss mit einem Vorherrschen der älteren Merkmale in Zusammenhang gebracht werden.

Durchgreifend ist das Uebergewicht des älteren Charakters aber nicht. Denn sowohl *Oenothera gigas* als *O. rubrinervis* zeigen in ihren Kreuzungen mit der Mutterart oft andere Verhältnisse. Und eben solches können *Oenothera lata* und *O. nanella* thun, wenn sie, wie wir weiter unten sehen werden, mit *O. biennis* verbunden werden. Vielleicht hängen diese Ausnahmen mit dem Einflusse äusserer Bedingungen zusammen, wie wir sie durch das Beschneiden der Narben der castrirten Blüthen studirten, vielleicht aber haben sie eine tiefere Bedeutung.

Aber gerade die Fälle, in denen dieselbe Eigenschaft sich bei Kreuzungen das eine Mal anders verhält als das andere, weisen auf wichtige Entscheidungen hin, welche noch von der weiteren Forschung zu erwarten sind. Viele Fragen sind hier noch zu beantworten, nicht

---

[1] In meiner vorläufigen Mittheilung über die Mutationskreuzungen habe ich sie aus diesem Grunde, zusammen mit einigen anderen Gruppen und im Gegensatze zu den typischen Mendel-Kreuzungen, als erbungleiche bezeichnet. *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. XVIII. 1900. S. 435.

nur für *Oenothera,* sondern in zahlreichen anderen Fällen. Ich brauche nur an das bereits oben genannte Beispiel PETER's zu erinnern: Weshalb waren die Stolonen von *Hieracium Pilosella* und *H. pannonicum* präponderant, und diejenigen von *H. flagellare* recessiv, als man diese Arten mit Formen ohne Ausläufer kreuzte?

In den folgenden Generationen pflegen die Mutationsbastarde sich nicht zu spalten, aber constant zu sein. In dieser Beziehung bilden sie einen Uebergang zu den ganz constanten, aber einförmigen Bastarden, welche wir in § 8 des ersten Abschnittes (S. 66) kennen gelernt haben. Nur, dass die so gebildeten Bastardrassen, der Ungleichförmigkeit der ersten Generation entsprechend, auch hier für jede Kreuzung zwei oder drei an der Zahl sind und sich von ihren Eltern bezw. Vorfahren in keiner wahrnehmbaren Weise unterscheiden.

Die Trennung der antagonistischen Merkmale, welche in den MENDEL'schen Bastarden, nach der vorübergehenden Verbindung der ersten Generation, sich bei der Entstehung der zweiten vollzieht, findet man hier in der ersteren, und zwar ebenso scharf und ebenso vollständig. War dort die Spaltung und Isolirung ein Beweis für die selbstständige Existenz der inneren Eigenschaften, so ist es hier das anfängliche getrennte Auftreten nicht weniger. Beide Thatsachen gehören zu den besten Stützen für die Lehre von den elementaren Eigenschaften, und somit auch für die ganze Mutationstheorie. Das Verhalten der Mutationsbastarde schliesst sich in diesem wichtigen Punkte durchaus dem Verhalten der Eigenschaften bei den Mutationen selbst an.

II. Combinirte Mutationskreuzungen.

§ 10. Oenothera brevistylis.

Unter meinen neuen Arten von *Oenothera* folgt *O. brevistylis* den Gesetzen der MENDEL'schen Kreuzungen (S. 151), während die übrigen, vielleicht mit *O. laevifolia* und theilweise mit *O. nanella* als weiteren Ausnahmen, constante Bastarde liefern. Dieser Umstand giebt die Gelegenheit, durch hybride Verbindung der erstgenannten Form mit einer der anderen, bei derselben Befruchtung einerseits mit einer MENDEL'schen, andererseits mit einer nicht zu Spaltungen führenden

Eigenschaft zu arbeiten. Ich habe zu diesem Zwecke die *Oenothera lata* als die bequemste gewählt.

Ehe ich aber zur Beschreibung der Bastardirungen von *O. lata* und *O. brevistylis* schreite, ist es erforderlich, die letztere Art eingehender zu besprechen, und somit möge dieser Paragraph ihrer Beschreibung gewidmet werden.

Im ersten Bande S. 223—225 habe ich mitgetheilt, wie ich sie auf dem ursprünglichen Fundorte meiner *Oenothera Lamarckiana* bei Hilversum gleich anfangs (bereits 1886) gefunden habe, und dass sie in meinen eigenen Culturen niemals aus einer anderen Art entstanden ist. In meinen Culturen hatte ich sie also nur behufs Feststellung ihrer Erblichkeit und Constanz, sowie für Bastardirungsversuche. Und aus diesem Grunde habe ich damals für die ausführlichere Beschreibung und die Abbildungen auf diese Stelle verwiesen.

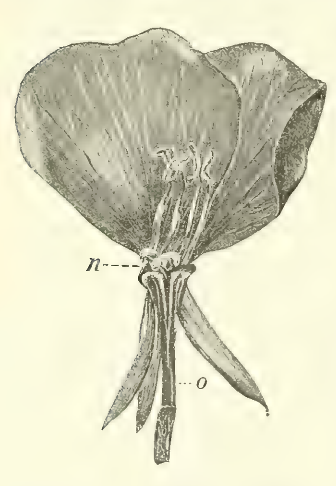


Fig. 80. *Oenothera brevistylis.* Eine der Länge nach halbirte Blüthe, die Narben im Schlund der Kelchröhre zeigend. Cultur vom Aug. 1900. $^2/_3$ nat. Grösse.

Das am meisten auffallende Merkmal ist die Kurzgriffeligkeit. Die Griffel haben nur die Länge der Kelchröhre, die Narben befinden sich somit im Grunde der Blüthe. Eine Vergleichung unserer Fig. 80 mit Fig. 42 auf S. 152 des ersten Bandes zeigt dieses sofort. Untersucht man viele Blumen, so findet man, dass die Griffellänge erheblichen fluctuirenden Variationen unterliegt. Bisweilen liegen die Narben innerhalb der Kelchröhre (Fig. 81 *A*), bisweilen oberhalb, nicht selten ihren Rand 1 Cm. weit überragend. Aber von da bis zu der Griffellänge der normalen *Oen. Lamarckiana* bleibt stets noch eine weite Kluft (Fig. 81 *B*), eine transgressive Variabilität giebt es hier nicht.

Es ist deutlich, dass man dieses Merkmal bereits in den noch ungeöffneten Blüthenknospen beobachten kann, wenn man diese der Länge nach durchschneidet. Sogar ganz junge Knospen lassen keinen Zweifel darüber, zu welcher Form die Pflanze gehört, und dieses ermöglicht es, bei Bastardculturen auch diejenigen Exemplare mitzuzählen, welche erst spät im Herbst Blüthenknospen bilden und diese nicht mehr öffnen können. Die Lage der Narben am Grunde bedingt hier eine etwas grössere Dicke der Knospe, und das Fehlen

der Narben am Gipfel, sowie das Fehlen eines langen Griffels, der bei seinem Wachsthum die Narben in die Spitze der Knospe hinaufdrückt und somit den noch geschlossenen Kelch ausdehnt, bedingen eine geringere Streckung für diesen. Dadurch scheint sich die eigenthümliche, kurze, weniger spitze, unten breitere Form der Knospen zu erklären, welche für *O. brevistylis* so charakteristisch ist, dass man stets bereits

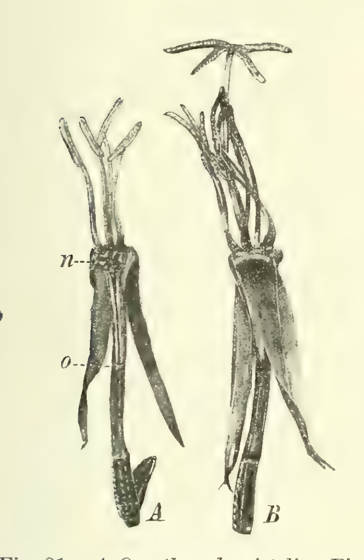


Fig. 81. *A Oenothera brevistylis.* Eine halbirte Blüthe ohne die Blumenblätter. Die Narben liegen tiefer im Schlunde der Kelchröhre als bei Fig. 80. Im Freien eingesammelt, September 1894. *B Oenothera Lamarckiana*, Blüthe ohne die Blumenblätter.

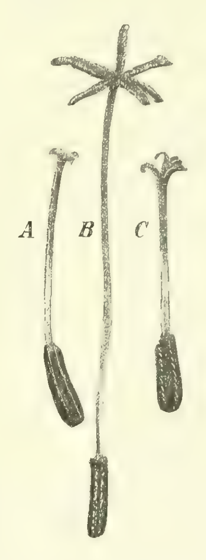


Fig. 82. Blüthen nach Entfernung der Kelchröhre, der Krone und der Staubfäden, nur den unterständigen Fruchtknoten, den Griffel und die Narben zeigend. $^2/_3$ der natürlichen Grösse. *A, C Oen. brevistylis, B Oen. Lamarckiana.* September 1894.

vor dem Oeffnen der Knospen weiss, ob sie kurz- oder langgriffelig sind (Fig. 84 *A*).

Nimmt man Griffel und Narbe aus den Blüthen heraus (Fig. 82 *A—C*) und vergleicht man sie mit den gleichnamigen Theilen der Mutterart, so zeigen namentlich die Narben ein abweichendes Verhalten. Statt fleischig und cylindrisch sind sie mehr oder weniger blattartig ausgebreitet, und statt scharf vom Griffel getrennt zu sein, gehen sie abwärts ganz allmählich in diesen über. Oft sieht es aus, als ob der Griffel in seinem oberen Theile aufgeschlitzt wäre; der aufgeschlitzte Theil verbreitert sich dann allmählich und zeigt wiederum der Länge nach verlaufende Einschnitte, welche die einzelnen Narben

von einander trennen. Aber in den Einzelheiten dieses Baues zeigen sich die Narben höchst variabel.

Betrachten wir jetzt den Fruchtknoten, so finden wir, dass dieser bei der *Oenothera Lamarckiana* unterständig ist; dort, wo die Kelchröhre eingepflanzt ist, fängt auch der Griffel an. Anders verhält es sich bei unserer neuen Art (Fig. 83). Hier enden die Fächer des Fruchtknotens nicht am Grunde der Kelchröhre, sondern setzen sich noch 1—2 Cm. weiter nach oben fort. Und da später, wenn die Blüthe verwelkt ist, Kelch und Griffel sich auch hier in nahezu derselben Höhe von der jungen Frucht trennen, so kann man den Sachverhalt am einfachsten dadurch ausdrücken, dass man sagt, dass die Fächer des Fruchtknotens bei der *O. brevistylis* sich eine Strecke weit in den Griffel hinauf fortsetzen. Durchschneidet man die Kelchröhre einige Millimeter oberhalb ihres Grundes (Fig. 83 *L* bei *q*; dargestellt in *Q*), so liegt in ihrer Mitte der Griffel, wie üblich, ringsherum frei; dieser aber zeigt in seinem Innern vier Fächer mit Samenknospen.

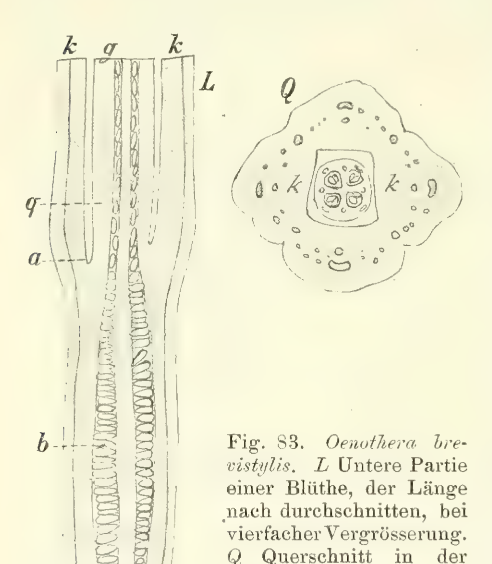


Fig. 83. *Oenothera brevistylis*. *L* Untere Partie einer Blüthe, der Länge nach durchschnitten, bei vierfacher Vergrösserung. *Q* Querschnitt in der Höhe von *q*. *a* Einpflanzung der Kelchröhre auf den Fruchtknoten; *k* Kelchröhre; *b* Fächer des Fruchtknotens mit den Samenknospen; *g* Oberer Theil des Fruchtknotens im Grunde des Griffels. Aug. 1900.

Im eigentlichen Fruchtknoten sind die Fächer so weit, dass die jungen Samen quer liegen können; im unteren Griffeltheile sind sie viel enger, und dementsprechend sieht man hier die Samenknospen der Länge nach angeordnet (Fig. 83 *L*).

Abgesehen von der Consistenz der Wandung oberhalb und unterhalb der Einpflanzung der Kelchröhre, scheint es mir durchaus natürlich, den Fruchtknoten, soweit sich seine Fächer und die Samenknospen erstrecken, als einheitliches Gebilde zu betrachten. Wir müssen ihn dann aber als halb-unterständig betrachten, und solches führt uns zu der Auffassung, dass *O. brevistylis* aus *O. Lamarckiana* nicht durch den Gewinn einer neuen Eigenschaft, sondern durch den Verlust (bezw. die Latenz) einer alten hervorgegangen sei.

Ohne Zweifel ist die Unterständigkeit des Fruchtknotens bei den Onagrarieen keine einfache, durch eine einmalige Mutation entstandene Eigenschaft, sondern eine solche, welche aus mehreren nach einander aufgetretenen Einheiten aufgebaut ist. Wir nehmen somit an, dass hier eine von ihnen, vielleicht die jüngste, latent geworden ist.

Im ersten Bande habe ich mehrfach betont, dass eine einzelne elementare Eigenschaft in ihrem sichtbaren Auftreten nicht auf ein einziges Merkmal beschränkt zu sein braucht, sondern im Gegentheil ganz gewöhnlich eine grössere oder kleinere Reihe von Merkmalen abändert. Namentlich bei der Besprechung der *Oenothera lata* (Bd. I, S. 287—291) habe ich dieses Princip ausführlich begründet. Wir können in solchen Fällen meist eine primäre Aeusserung und daneben eine ganze Reihe secundärer Aeusserungen der neuen elementaren Eigenschaft unterscheiden. Allerdings sind wir noch weit davon entfernt, im Einzelnen angeben zu können, wie eine neue Eigenschaft so verschiedenartige Nebenfolgen haben kann. Aber dieses soll uns einstweilen nicht verhindern, einen Punkt auszuwählen und in den Vordergrund zu setzen, sei es auch, dass die Wahl dabei vorläufig nicht ganz ohne Willkür stattfinden kann.

In Bezug auf unsere *Oen. brevistylis* möchte ich nun den Verlust bezw. die Latenz einer der die Unterständigkeit des Fruchtknotens bedingenden Eigenschaften als das Primäre, und die Länge des Griffels, den mangelhaften Bau der Narben, sowie alle Veränderungen in den sonstigen Merkmalen als secundäre Aeusserungen derselben Mutation betrachten. Aber auch abgesehen von dieser vielleicht vorläufig zu scharfen Fassung deutet alles darauf hin, dass die *O. brevistylis* nicht durch den Gewinn einer neuen, sondern durch den Verlust (bezw. die Latenz) einer bereits vorhandenen Eigenschaft entstanden ist.

Von den secundären Merkmalen der *O. brevistylis* habe ich namentlich noch die Form der Blätter und die mangelhafte Ausbildung der Früchte zu behandeln, doch ist das Wichtigste hierüber bereits im ersten Bande vorgeführt worden. Die Blätter sind etwas kürzer und am oberen Ende weniger scharf zugespitzt als bei der *O. Lamarckiana.* Solches zeigt sich namentlich in den Rosetten der Wurzelblätter und am Gipfel des Stengels, einige Wochen vor der Blüthe. In Bastardculturen kann man die beiden Formen dann bereits unterscheiden und darauf eine Schätzung des zu erwartenden Resultates gründen. Vielleicht würde man auf dieses Merkmal hin auch gelegentlich die Abzählungen vornehmen können, doch habe ich es stets vorgezogen, die Blüthen oder doch wenigstens die Blüthen-

knospen abzuwarten. In der Fig. 84 *B* sieht man diese grössere Breite der Blätter, wenn auch nicht sehr deutlich, abgebildet.

Weit schärfer ist der Unterschied in den Früchten, welche wohl das am leichtesten zu beobachtende Merkmal bilden. Die Fig. 84 zeigt zwei blühende Stengelgipfel in demselben Alter und an dem-



Fig. 84. Blühende Stengelgipfel von *O. brevistylis* (*B*) und *O. Lamarckiana* (*L*), an demselben Tage photographirt. Ende August 1900. Im unteren Theile die fast erwachsenen Früchte *f*.



Fig. 85. Ausgewachsene Früchte von *O. brevistylis* vom unteren Theile der Inflorescenz, im October photographirt. Früchte klein und wenigsamig.

selben Tage photographirt, *B* von *O. brevistylis, L* von *O. Lamarckiana*. Unten sieht man die noch unreifen, aber doch fast zur vollen Grösse ausgewachsenen Früchte in den Achseln der Blätter, und es fällt auf, wie sie bei der neuen Art ganz kurz geblieben und auswärts gerichtet sind, während sie sich bei der Mutterart (Fig. 84 *L*) viel länger und mehr aufgerichtet zeigen.

Noch deutlicher wird dieses, wenn wir die völlig ausgewachsenen Früchte vergleichen. Diese sind für *O. brevistylis* in unserer Fig. 85, für *O. Lamarckiana* aber in Bd. I, S. 320 in Fig. 99 *L* abgebildet, und zwar bei derselben Verkleinerung. Die ersteren sind eckig, mehr oder weniger keulenförmig und klein, die letzteren geschwollen, gerundet, im unteren Theile dick und etwa von der doppelten Länge. Die Früchte der *O. brevistylis* reifen im Mittel nur einen bis zwei Samen pro Frucht, diejenigen der *O. Lamarckiana* weit über hundert.

Der Blüthenstaub der *O. brevistylis* ist sehr reichlich ausgebildet und in Kreuzungsversuchen nicht weniger fruchtbar als derjenige der *O. Lamarckiana.* Auf den eigenen Narben der *O. brevistylis* keimen ihre Pollenkörner reichlich, und ihre Röhren wachsen im Griffelkanal zahlreich abwärts, die Samenknospen im oberen Theile des Fruchtknotens in grosser Anzahl erreichend, aber ohne hier die Bildung von Samen zu veranlassen. Und im unteren Theile entwickeln sich, wie bereits bemerkt wurde, höchstens ganz wenige Samen, sowohl bei freier als auch bei künstlicher Befruchtung.

§ 11. Oenothera Pohliana (O. lata × O. brevistylis).

Die hybride Verbindung von *Oenothera lata* mit *Oenothera brevistylis* gehört in manchen Hinsichten zu den wichtigsten Kreuzungen unter den Abkömmlingen der *Oenothera Lamarckiana.* Denn mehr als jede andere führt sie uns zu einer richtigen Erkenntniss desjenigen, was wir als elementare Eigenschaft zu betrachten haben.

Die Aufgabe umfasst einerseits die Frage, wie sich die beiden in den vorigen Abschnitten einzeln behandelten Eigenschaften bei dihybrider Verbindung verhalten werden, die den Mendel'schen Gesetzen folgende *Brevistylis*- und die constante Bastarde liefernde *Lata*-Eigenschaft. Die jetzt zu beschreibenden Versuche ergeben, dass beide Eigenschaften sich verbinden lassen, und dass jede dabei ihren eigenen Gesetzen folgt, unabhängig von der anderen.

Die *Brevistylis*-Eigenschaft ist als recessives Merkmal in den Bastarden der ersten Generation unsichtbar und äussert sich in der zweiten Generation in etwa einem Viertel der Individuen. Die *Lata*-Eigenschaft aber tritt bereits in der ersten Generation in etwa einem Viertel der Bastarde auf, während die übrigen drei Viertel auch in späteren Generationen (abgesehen von dem Mutationsvermögen) keine *Lata*-Exemplare hervorbringen.

Andererseits ist das Ziel der Aufgabe, zu versuchen, eine Rasse

herzustellen, welche die beiden Eigenschaften constant in sich vereinigt. *Lata* ist weiblich, *Brevistylis* fast ausschliesslich männlich, und es fragt sich also, ob es möglich wäre, durch beider Verbindung eine dioecische Form zu erhalten. Dieses ist aber bis jetzt nicht möglich gewesen, und zwar aus dem folgenden Grunde: Die *Lata*-Eigenschaft macht den Blüthenstaub steril, die *Brevistylis*-Eigenschaft lässt die Fruchtknoten verkümmern. Wenn man also beide verbindet, so muss man eine Pflanze mit verkümmertem Fruchtknoten und sterilem Pollen erhalten. Und diese wird weder bei Selbstbestäubung noch bei Kreuzung Samen zu geben im Stande sein. Solche Pflanzen bekommt man regelmässig, und zwar in den Verhältnissen, welche die einfachen Combinationsregeln erwarten lassen; mit ihnen ist aber offenbar weiter nichts anzufangen.[1] Und wo unter diesen Bastarden die fertilen Fruchtknoten der *O. lata* sich mit dem normalen Blüthenstaub der *O. brevistylis* vereinigen, erhält man Pflanzen, welche einfach die betreffenden neuen Eigenschaften verloren haben und zu der Form der gemeinschaftlichen Vorfahren, *O. Lamarckiana*, zurückgekehrt sind, wie wir bald sehen werden.

Ohne in theoretische Auseinandersetzungen zu treten, scheint es mir also, dass die zu besprechenden Versuche das Wesen der beiden elementaren Eigenschaften klar beleuchten, und uns dadurch den Weg weisen, welcher auch in anderen Fällen zu einer elementaren Analyse von Artmerkmalen führen kann.

Die Wichtigkeit dieser Fragen ist für mich die Veranlassung gewesen, bereits in den ersten Jahren meiner Bastardirungsversuche diese Verbindung vorzunehmen.[2] Ich wählte dazu im Sommer 1894 eine *Lata*-Pflanze aus meiner ersten *Lata*-Familie (Bd. I, S. 202), welche damals aus den Samen der in 1888 als Mutanten aus *Lamarckiana* entstandenen dickköpfigen Exemplare hervorgegangen war. Diese befruchtete ich unter Ausschluss des Insectenbesuches mit dem Blüthenstaub aus Knospen von *O. brevistylis,* welche zu diesem Zwecke auf dem wilden Fundort bei Hilversum eingesammelt wurden. In demselben Jahre hat Herr Dr. Julius Pohl, jetzt Professor an der Universität Prag, in meinem Institut die beiden Stammformen ana-

[1] Da *Oenothera brevistylis* in gewissen Exemplaren einen bis zwei Samen pro Frucht ausbilden kann, wird es vielleicht doch später möglich sein, auch von der *Lata-brevistylis* einzelne Samen zu gewinnen.

[2] Eine vorläufige Beschreibung der Kreuzung und der beiden ersten Bastardgenerationen dieses Versuches (1894—1896) habe ich im *Botanisch Jaarboek* 1897 S. 74 und 90 veröffentlicht.

tomisch und entwickelungsgeschichtlich untersucht[1] und die im ersten Bande sowie im vorigen Paragraphen geschilderten Verhältnisse ihres Baues entdeckt. Aus diesem Grunde habe ich damals für die Bastardrasse aus den beiden genannten neuen Arten den Namen *Oenothera Pohliana* gewählt.[2] Diese Bastardrasse aber besteht, wie wir sehen werden, in jeder einzelnen Generation aus vier verschiedenen Formen, den beiden elterlichen und dem voreIterlichen Typus, sowie der Combinationsform.

Die im Jahre 1894 geernteten hybriden Samen gaben im nächsten Sommer eine Cultur von 73 Pflanzen. Unter diesen waren 11 *O. lata*, also etwa 15 %, und die übrigen, mit Ausnahme einer Mutante (*O. oblonga*) waren alle *O. Lamarckiana*. Von der Kurzgriffeligkeit des Vaters war keine Spur zu sehen, was ja auch nicht zu erwarten war, weil diese Eigenschaft, als eine recessive, sich in der ersten Bastardgeneration nicht äussert. Der Gehalt an *Lata*-Pflanzen liegt innerhalb der Grenzen der Erbzahlen dieser Art, wie wir sie oben (§ 2, S. 405) kennen gelernt haben, und nicht allzuweit von deren Mittel (21—24 %) entfernt. Das *Lata*-Merkmal verhält sich also hier wie sonst in monohybriden Kreuzungen; in Bezug auf das *Brevistylis*-Merkmal ist aber anzunehmen, dass alle Pflanzen, sowohl diejenigen mit der Tracht der *O. lata* als die übrigen, Bastarde waren.

Dieses habe ich nur für die *Lata*-Pflanzen untersucht, und zwar indem ich sie wiederum mit Blüthenstaub von *O. brevistylis* befruchtete, welche Art ich damals bereits in Cultur hatte (1895). War die Voraussetzung richtig, so müsste diese Kreuzung (*O. lata* × *brevistylis*) × *O. brevistylis* etwa 50 % kurzgriffelige Nachkommen geben, genau so wie wir solches früher von (*O. Lamarckiana* × *brevistylis*) × *O. brevistylis* gesehen haben.[3]

Im Ganzen habe ich vier *Lata*-Exemplare in dieser Weise behandelt, und ihre Samen getrennt geerntet und ausgesät; da sie aber unter sich keine nennenswerthen Abweichungen zeigten, theile ich nur die Summen und die Mittelzahlen mit. Die Aussaat fand theilweise 1896, theilweise aber erst 1899 statt. Bei der Keimung zeigten sich wiederum die beiden Hauptformen, wie in der vorigen Generation. Es keimten in beiden Jahren im Ganzen 518 Exemplare, von denen 71 % die Tracht der *Lamarckiana* und der *Brevistylis* hatten und 27 % *Lata* waren, während die übrigen 2 % sich als

[1] Vergl. Bd. I, S. 223 und S. 292, sowie *Oesterr. bot. Zeitschrift*. 1895. Nr. 5.
[2] *Botanisch Jaarboek*, l. c. S. 74.
[3] Vergl. Abschnitt II, § 11, S. 179.

Mutanten ergaben (*O. oblonga* in 6 Ex. und 8 Ex. von *O. nanella*). Um ferner in jeder der beiden erstgenannten Gruppen die Anzahl der Träger des *Brevistylis*-Merkmales zu ermitteln, wurde nun aus beiden etwa die Hälfte der jungen Pflanzen weiter cultivirt und während der Blüthe ausgesucht und gezählt. Unter der Annahme, dass die dabei gefundenen Verhältnisse auch für die nicht weiter cultivirten Pflanzen gelten, wurde dann für die Zusammensetzung der ganzen Generation das Folgende gefunden:

Oenothera	*Lamarckiana*	35 %	
„	*brevistylis*	36 „	45 %
„	*lata-brevistylis*	9 „	45 % / 27 „
„	*lata*	18 „	27 „
O. oblonga + *O. nanella*		2 „	

Betrachten wir zunächst die Eigenschaften der einzelnen Gruppen, um nachher ihr numerisches Verhältniss zu besprechen. Die *Lamarckiana*-Pflanzen sind äusserlich nicht von denjenigen reiner Abstammung zu unterscheiden, sie können aber, in Bezug auf die Kurzgriffeligkeit, Bastarde sein, und sie müssen solche sein, da ja ihr Vater *O. brevistylis* war. Die *Brevistylis*-Pflanzen stimmten in jeder Hinsicht mit der im vorigen Paragraphen gegebenen Beschreibung überein, auch müssen sie in Bezug auf ihre inneren Eigenschaften und ihre Erblichkeit rein sein, da ja das Merkmal ein recessives ist. Die *Lata*-Pflanzen wichen von echter *Lata* nicht sichtbar ab, namentlich nicht in Bezug auf den Bau des Griffels und der Narben, welche ebenso lang waren wie bei der gewöhnlichen *O. lata.* Aber in Bezug auf die Kurzgriffeligkeit müssen sie wiederum selbstverständlich Bastarde sein.

Am wichtigsten sind die Exemplare, welche zu derselben Zeit *O. lata* und *O. brevistylis* waren. In der Jugend und während der Entwickelung des Stengels leicht als *Lata* zu erkennen und von dieser nicht abweichend, können sie an der Blattform und in dem Aeusseren der Blüthenknospen sich nicht als brevistyle verrathen, da hier die secundären Merkmale zu sehr mit denen der *O. lata* übereinstimmen. Oeffnet man aber die Blüthenknospen oder wartet man deren Entfaltung ab, so sieht man, dass die Griffel kurz sind und die Narben nicht oder kaum aus der Kelchröhre hervorragen, ebenso, dass sie die eigenthümliche blattartige Ausbreitung der echten *O. brevistylis* zeigen. Dagegen bieten die Staubbeutel alle Merkmale der *O. lata,* denn sie sind trocken, runzelig und ohne fruchtbare Körner. Auch setzen diese Pflanzen keine Kapseln an, oder doch ebenso wenig wie

die *O. brevistylis* selbst; die Früchte fallen nicht nach der Blüthe ab, wachsen auch wohl etwas heran, aber doch nur sehr wenig, bei Weitem die Grösse der an sich schon kleinen *Lata*-Früchte (Bd. I, S. 321, Fig. 101 *L*) nicht erreichend. Keimfähige Samen fand ich in ihnen bis jetzt noch nicht.

Jetzt kommen wir zu der Besprechung der numerischen Verhältnisse. Wir betrachten dabei zunächst jede der beiden fraglichen Eigenschaften für sich und dann deren Verbindung. Das *Brevistylis*-Merkmal müsste nach der Regel der Mendel'schen Kreuzungen: (Dom. × Rec.) × Rec., in 50 % der Individuen vertreten sein und wir finden es in 36 + 9 = 45 %, was nach den Erörterungen über die Latitüde solcher Zählungen eine ausreichende Uebereinstimmung ist (S. 128). Das *Lata*-Merkmal folgt den Regeln der Mutationskreuzungen und ist somit von der Frage nach den Vorfahren der gekreuzten Exemplare unabhängig; seine Erbzahl schwankt um 21—24 % als Mittel. Wir finden hier 9 + 18 = 27 % *Lata*-Pflanzen, während in der vorigen Generation deren 15 % gefunden waren. Also auch hier eine der Erwartung entsprechende Uebereinstimmung.

Die Berechnung der dihybriden Verbindung stösst auf die Schwierigkeit, dass die *Lata*-Eigenschaften von äusseren Einflüssen abhängig sind, und dass somit zu erwarten ist, dass die schwächeren *Brevistylis*-Pflanzen eine andere Erbzahl für das *Lata*-Merkmal haben können als die kräftigeren *Lamarckiana*-Pflanzen. Wir finden denn auch auf 45 *brevistyle* 9, welche zu gleicher Zeit *lata* sind, also 20 %, und auf 35 + 18 = 53 nicht-*brevistyle* 18 *Lata*-Pflanzen, also 34 %. Berechnen wir jetzt die vier Gruppen unter der Annahme, dass 50 % *brevistyl* und 27 % jeder der beiden Abtheilungen *lata* sein sollen, so finden wir:

Exemplare	Berechnet	Gefunden
Lamarckiana	36·5 %	35 %
Lata	13·5 „	18 „
Brevistylis	36·5 „	36 „
Lata-Brevistylis	13·5 „	9 „

Unter den angedeuteten Erwägungen gestatten diese Zahlen also die Schlussfolgerung, dass die beiden fraglichen Eigenschaften sich bei der dihybriden Kreuzung unabhängig von einander verhalten.

Die folgende, also dritte Bastardgeneration, ist im Wesentlichen nur eine Wiederholung der zweiten gewesen. Daneben diente sie aber zur Controle der Constanz der in ihr auftretenden Typen. Im

Sommer 1896 habe ich in der zweiten Generation vier *Lata*-Exemplare mit dem Pollen ihrer hohen brevistylen Brüder in Pergaminbeuteln befruchtet. Die Samen wurden getrennt geerntet und ausgesät, die vier Gruppen zeigten keine nennenswerthen Unterschiede. Zur Blüthezeit hatte ich 371 Pflanzen, deren Blüthen oder Blüthenknospen beurtheilt werden konnten. Ich fand darunter mit dem Typus der

Lamarckiana	34 %	
Brevistylis	35 „	} 50 %
Lata-Brevistylis	15 „	
Lata	16 „	} 31 „

Die einzelnen Typen waren dieselben wie in der vorigen Generation; auf die oben gegebenen Beschreibungen kann also verwiesen werden. Die numerischen Verhältnisse sind gleichfalls im Wesentlichen dieselben, nur für die beiden recessiven Merkmale ein wenig günstiger, übrigens aber die oben gezogenen Folgerungen einfach bestätigend. Die *Lata-Brevistylis*-Pflanzen waren wiederum völlig steril; ich habe ihre kleinen Früchte bei der Reife geerntet und sorgfältig geprüft, fand darin aber keine reifen Samen, trotzdem die Blüthen künstlich und reichlich mit dem Staub der *Brevistylis*-Pflanzen befruchtet worden waren.

Von den hohen brevistylen Exemplaren, sowie von den „Atavisten", d. h. den Pflanzen mit den Merkmalen der *O. Lamarckiana* habe ich eine gewisse Anzahl in Pergaminbeuteln mit ihrem eigenen Pollen befruchtet, dazu in der ersten Gruppe diejenigen Individuen auswählend, deren Narben am meisten aus der Kelchröhre hervorragten.

Die Samen wurden im nächsten Frühling (1898) ausgesät. Die *Lamarckiana*-förmigen Mütter mussten, ihrer Abstammung nach, in Bezug auf die Kurzgriffeligkeit Bastarde sein; es ist hierauf nur ein kleiner Theil geprüft worden; der grösste Theil der Saat wurde nur so weit cultivirt, bis sich mit Sicherheit entscheiden liess, ob unter ihr *Lata*-Pflanzen vorkamen. Von 6 Müttern erhielt ich 988 Keimpflanzen; unter diesen befanden sich 3 *O. nanella*, 1 *O. lata* und 1 *O. oblonga,* also die üblichen Mutanten; sonst hatten alle im Alter von etwa $1^1/_2$ Monaten die Merkmale der *O. Lamarckiana.* In Bezug auf das *Lata*-Merkmal verhalten sich die Atavisten hier somit genau so wie bei den entsprechenden monohybriden Kreuzungen (vergl. diesen Abschnitt, § 7, S. 425).

Um zu erfahren, ob die Voraussetzung richtig ist, dass die *Lamarckiana*-Exemplare in Bezug auf die Kurzgriffeligkeit Bastarde waren, habe ich eine kleine Gruppe weiter cultivirt. Es gelangten

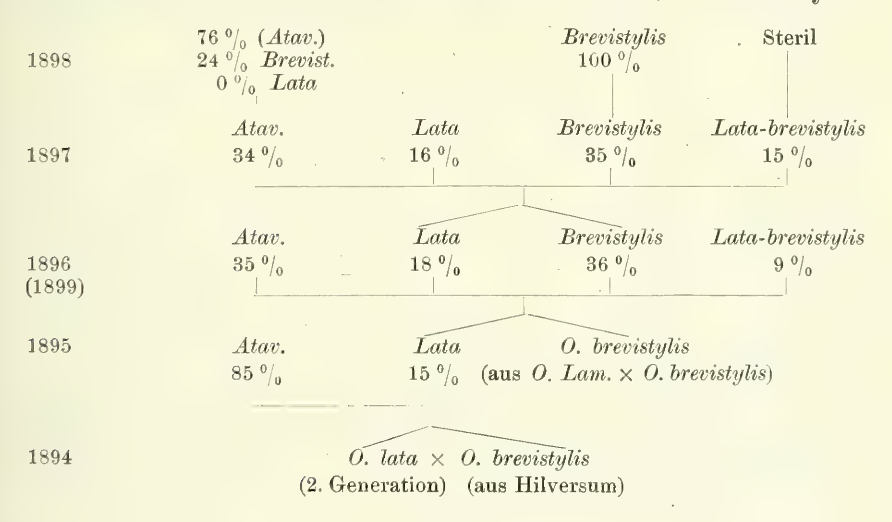
33 Pflanzen zur Blüthe, von denen 8 brevistyl waren, also 24 %, während die Gesetze der Mendel'schen Kreuzungen 25 % erwarten liessen. Es darf diese Uebereinstimmung, trotz des sehr geringen Umfanges des Versuches, wohl als ein Beweis für die gemachte Annahme betrachtet werden.

Die Samen der brevistylen Pflanzen von 1897 mussten selbstverständlich bis zur Blüthezeit cultivirt werden. Von 6 Müttern hatte ich im August 1898 im Ganzen 385 blühende Kinder, welche ausnahmslos brevistyl waren. Also ebenso constant wie die *O. brevistylis* von reiner Abstammung, und wie es sich überhaupt für das recessive Merkmal bei Mendel'schen Kreuzungen erwarten lässt. Die Pflanzen blühten bis spät in den Herbst hinein äusserst reichlich, da sie sich ja nicht durch Samenbildung erschöpfen. An ihren äussersten Sprossgipfeln fingen sie im October an Verbänderungen zu zeigen, welche sich in fast der Hälfte der damals noch blühenden Exemplare zeigten, und nicht selten eine Breite von 2—3 Cm. bei nicht erheblich grösserer Länge erreichten. Es waren theilweise kleine gleichseitige Dreiecke an der Spitze des sonst fast normalen Stengels.

Im Sommer 1897 habe ich auch einige *Lata*-Exemplare mit *Brevistylis* aus derselben Cultur befruchtet, um den Versuch fortzusetzen; diese Samen sind aber aus äusseren Gründen bis jetzt noch nicht ausgesät worden.

Zum Schlusse fasse ich die mitgetheilten Ergebnisse meines Versuches in der Form eines Stammbaumes zusammen:

Stammbaum über Oenothera Pohliana = O. lata × O. brevistylis.



In diesem Stammbaum bedeutet *Atav.* Pflanzen, welche die Tracht der gemeinschaftlichen Vorfahren, also der *Lamarckiana* hatten, welche aber in Bezug auf die Länge der Griffel, ihrer Abstammung nach, Bastarde sein müssen. Ferner bedeutet (*Atav.*) ebensolche Pflanzen, welche in Beziehung zu diesem Merkmal theils (zu $^2/_3$) gleichfalls Bastarde, theils aber (zu $^1/_3$) reine *O. Lamarckiana* sein müssen.

Der ganze Stammbaum zeigt aber, dass die *Lata*- und die *Brevistylis*-Eigenschaften sich in derselben Kreuzung verbinden lassen, und dass beide dabei ihren eigenen Gesetzen folgen. Wenn man diesen Versuch, wie ich es zu thun beabsichtige, in derselben Weise noch durch eine Reihe von weiteren Generationen fortsetzt, so wird voraussichtlich die Zusammensetzung aller dieser Generationen dieselbe bleiben wie in den beiden Jahren 1896 und 1897. In diesen aber waren etwa die Hälfte der Pflanzen kurzgriffelig und die andere Hälfte in Bezug auf diese Eigenschaft Bastarde, während der Gehalt an *Lata*-Pflanzen nach den speciellen Gesetzen der Erbzahlen für diese Eigenschaft variirte. Verbindungen ohne und solche mit beiden Eigenschaften beobachtet man etwa so viele, wie die bekannten Wahrscheinlichkeitsgesetze dieses im Voraus berechnen lassen. Der Combinationstypus ohne die beiden elterlichen Eigenschaften geht auf die gemeinschaftlichen Vorfahren zurück und ist fruchtbar wie diese. Derjenige mit den beiden neuen Eigenthümlichkeiten verbindet die Pollensterilität der Mutter mit dem verkümmerten Fruchtknoten des Vaters und ist also beiderseits steril.

Andere Combinationen giebt es nicht, und kann es auch nicht geben, wenn die Voraussetzung richtig ist, dass es sich bei jeder der beiden ursprünglich gekreuzten neuen Arten nur um eine einzelne, einfache, unzerlegbare elementare Eigenschaft handelt. Umgekehrt aber bildet das Fehlen solcher anderweitiger Combinationen den besten Beweis für diesen so sehr wichtigen Satz.

Und im Ganzen und Grossen lehrt die Unmöglichkeit, einen einförmigen und fruchtbaren Bastard, oder auch eine zweiförmige, dioecische Rasse aus der fraglichen Verbindung zu machen, dass nicht die äusserlichen, der Wahrnehmung bequem zugänglichen Merkmale bei Kreuzungen entscheidend sind, sondern die innerlichen, weit schwieriger zu erforschenden elementaren Eigenschaften. Die Merkmale sind weiter nichts als die Aeusserungen dieser Eigenschaften, aber eine einzelne, unzerlegbare Eigenschaft kann sich in vielen Merkmalen äussern, und diese sind deshalb gleichfalls im Wesentlichen untrennbar.

§ 12. Die Spaltungen unter den Bastarden der Oenothera nanella.

Im ersten Bande habe ich, bei der Beschreibung meiner Zwerg-*Oenothera*, besprochen, wie diese sich in vielen Punkten anders ausnimmt als die übrigen neuen Arten (Bd. I, S. 255). Während die meisten von diesen in anderen Gattungen ihre Analoga nicht finden, kommen Zwergformen im Pflanzenreiche sehr häufig vor, und sind sie im Gartenbau sehr beliebt und in einer ganzen Reihe von Gattungen und Familien in Cultur. Sie werden regelmässig als Varietäten zu dem betreffenden Typus gerechnet, und deshalb wären in systematischer Hinsicht unsere Zwerge ohne Zweifel als solche aufzufassen und *Oenothera Lamarckiana nanella* zu nennen (Bd. I, S. 257). Da sie sich aber in experimenteller Hinsicht genau so verhalten wie die übrigen elementaren Arten, habe ich sie in der Regel wie diese mit der bequemeren Form eines binären Namens bezeichnet und *Oenothera nanella* genannt.

Trotz dieser Uebereinstimmung in den Versuchen gab es dennoch Gegensätze. Zu diesen gehört namentlich die Thatsache, dass die Zwergeigenschaft sich nicht allzu selten mit den Merkmalen der übrigen neuen Arten verbindet, während diese sich unter sich fast völlig auszuschliessen scheinen. So beobachtete ich Zwerge als Mutationen (und nicht etwa als extreme Varianten der fluctuirenden Variabilität) von *Oenothera albida, elliptica, gigas, scintillans* und *oblonga* (S. 266), und fand ich in Bastardirungsversuchen auch *Oenothera lata nanella.* Somit kommen Combinationen mit allen in den Stammbäumen von S. 157, 184 und 192 genannten neuen Formen vor, mit Ausnahme der allzu seltenen (*O. leptocarpa* u. s. w.) und der *Oenothera rubrinervis.*

Im letzten Abschnitt des ersten Bandes habe ich die wichtigsten Typen der Artbildung als progressive, retrogressive und degressive unterschieden, je nachdem zu den alten Eigenschaften eine neue hinzukommt, oder eine bereits vorhandene inactiv oder latent wird, oder endlich eine latente in den activen Zustand übergeht. Nach diesen Unterscheidungen gehören die Zwergformen offenbar zum retrogressiven Typus, denn sie können als Varietäten aufgefasst werden, in denen die die normale hohe Statur bedingende Eigenschaft inactiv geworden ist. Oder mit anderen Worten: in denen einer der Factoren dieser Statur verloren gegangen (latent geworden) ist.

Betrachten wir jetzt das Verhalten der Zwergformen in Bastardirungsversuchen, d. h. wenn man sie mit den entsprechenden hohen Formen kreuzt. Leider fehlen ausreichende Versuche zur directen Vergleichung, aber die oben mehrfach berührten Zwergkreuzungen

beim Mohn und beim Löwenmaul, sowie namentlich die sehr allgemeingültige Regel, dass Kreuzungen in Bezug auf retrogressive Merkmale den MENDEL'schen Gesetzen folgen, lassen ein ähnliches Verhalten auch für die *Oenothera nanella* erwarten.

Mit anderen Worten: Nach den Bastardirungsregeln, welche für die auf retrogressivem Wege entstandenen Arten gelten, wäre zu erwarten, dass *Oenothera nanella* in ihren Kreuzungen mit hohen Verwandten den MENDEL'schen Gesetzen folgen würde.

Dem ist nun in den bis jetzt beschriebenen Versuchen nicht so. *Oenothera nanella* folgt als eine neue, vor Kurzem durch Mutation entstandene Art, den Regeln der Mutationskreuzungen. Aber nur theilweise, und zum anderen Theile entspricht sie der angedeuteten Erwartung. Ich habe bei meinen Beschreibungen von Zeit zu Zeit darauf hingewiesen, dass Ausnahmen vorkommen. Diese beziehen sich auf die *Oen. nanella*, und zwar so weit die Beobachtungen bis jetzt reichen, ausschliesslich auf diese (vergl. S. 399 u. s. w.). In diesen Ausnahmefällen folgt die Zwergeigenschaft, wenigstens der Hauptsache nach, wahrscheinlich aber völlig, den Gesetzen, welche sonst im Pflanzenreiche für die Bastardirung retrogressiv gebildeter Sorten beobachtet wurden.

Solcher Ausnahmen kenne ich bis jetzt zwei. Erstens die Kreuzung von *Oenothera nanella* mit *O. rubiennis*, dem mehrfach besprochenen Bastard von *O. biennis L.* und *O. cruciata Nutt.*, welcher also nicht zu der Mutationsgruppe der *O. Lamarckiana* gehört. Diese Kreuzung habe ich in den beiden reciproken Verbindungen ausgeführt, und zwar mit gleichem Erfolge. Zweitens aber die sexuelle Vereinigung mit *O. rubrinervis*, welche mit *O. nanella* gleicher Abstammung ist, und welche ihr phylogenetisch ebenso nahe verwandt ist, wie es die übrigen Mutationen in dieser Gruppe unter einander sind. Diese letztere Kreuzung habe ich, weil sie der eigentlichen Aufgabe meiner Untersuchungen am nächsten stand, so ausführlich wie möglich studirt, und obgleich meine Versuche zu einem endgültigen Abschluss noch mehrere Jahre brauchen werden, so wird der nächste Paragraph doch zeigen, dass sie schon jetzt auf einen wenigstens sehr nahen Anschluss an die MENDEL'schen Gesetze schliessen lassen.

Hervorheben möchte ich hier, dass die *O. nanella* in dieser Hinsicht nicht völlig isolirt dasteht. Denn unter den Abkömmlingen der *Oenothera Lamarckiana* folgt die *O. brevistylis* in ihren verschiedenen Kreuzungen gleichfalls den MENDEL'schen Gesetzen, und zwar, soweit sie untersucht wurde, stets. Auch die *O. laevifolia* verhält sich, soweit ich aus gelegentlich gemachten Beobachtungen schliessen darf,

in derselben Weise. Diese beiden neuen Arten gehören aber zu den älteren Abkömmlingen der *Oen. Lamarckiana* und wurden von dieser in den fünfzehn Jahren meiner Culturen nicht wieder hervorgebracht. Man kann also sagen, dass die *O. nanella* sich bei gewissen Kreuzungen wie *O. brevistylis*, bei anderen aber ähnlich wie die übrigen neuen Arten verhält.

Es lohnt sich, diese letzteren Fälle hier nochmals kurz zusammen zu stellen, bevor ich zu der Beschreibung der fraglichen Versuche übergehe. Das Typische der Mutationskreuzungen liegt darin, dass bereits die erste Generation nicht einförmig ist, sondern dass die Bastarde sich bereits in dieser in zwei oder drei Gruppen theilen, welche erstens den beiden Eltern, dann aber auch der gemeinschaftlichen Stammform gleichen, und welche bei Selbstbefruchtung in ihren Nachkommen sich nicht spalten, sondern, soweit die Erfahrung reicht, constant bleiben.

Die Zwergform tritt dabei in etwa einem Viertel der Individuen auf, aber je nach äusseren Einflüssen in sehr schwankender Anzahl, vom völligen Fehlen bis zu etwa der Hälfte der Exemplare. So verhält es sich bei den Kreuzungen mit *O. Lamarckiana* und mit *O. lata* und *O. scintillans*, welche dieser ja ganz nahe stehen (*O. lata* als Bastard und *O. scintillans* als inconstante Art). Aber auch die künstlichen Verbindungen mit *O. brevistylis*, *O. biennis* und *O. hirtella* folgen dem nämlichen Gesetze, trotz der viel weniger engen Verwandtschaft. Bei *O. biennis* führt dieses bereits in der ersten Generation zu der neuen Combinationsform *O. biennis nanella*, welche sich bei Aussaat, wie die Bastarde der übrigen genannten *Nanella*-Kreuzungen, als constant erweist (vergl. den nächsten Abschnitt, § 4).

Ganz anders gestalten sich nun die beiden Kreuzungen mit *O. rubiennis* und *O. rubrinervis*, welche somit, vorläufig wenigstens, als Ausnahmen zu betrachten sind. In der ersteren Generation sind ihre Bastarde einförmig, in der zweiten sind sie nicht constant, sondern spalten sie sich. Dabei übernimmt das Zwergmerkmal die Rolle des recessiven Charakters und dominirt in den Bastarden die hohe Statur. Erst in der zweiten Generation treten wiederum typische Zwerge neben den hohen Exemplaren auf.

Zunächst beschreibe ich die Bastarde, welche ich aus der Verbindung der *O. nanella* mit der Bastardrasse *O. rubiennis* erhielt. Und zwar für die beiden reciproken Verbindungen *O. nanella* × *O. rubiennis* und *O. rubiennis* × *O. nanella*. Diese Hybriden führen alle den Typus *Rubiennis* und können wiederum *Nanella*-Exemplare hervorbringen. Die fraglichen Kreuzungen wurden 1898 ausgeführt.

Sie hatten das folgende Ergebniss:

Kreuzung	Anzahl der Keimpflanzen	*Nanella*	Anzahl der Mütter
O. rubiennis × *O. nanella*	262	0	2
O. nanella × *O. rubiennis*	120	0	3

Die Keimpflanzen waren in diesem Versuche in Bezug auf die rothbraune Farbe der Stammform *O. rubiennis* nicht gleichförmig. Bei der erstgenannten Kreuzung trugen 95 %, bei der zweiten 36 % diese Farbe, während die übrigen grün waren. Zwerge fehlten, wie die Zahlen angeben, durchaus.

Als nun unter den rothbraunen Mischlingen einige künstlich mit ihrem eigenen Blüthenstaub unter Ausschluss jedes fremden Pollens befruchtet waren, gingen im Jahre 1900 aus den Samen theilweise Zwerge hervor. Diese waren Anfang Juni beim Auspflanzen bereits kenntlich, wurden aber, wie die übrigen, bis in den Herbst weiter cultivirt. Die Zahlenverhältnisse waren die folgenden:

Kreuzung	Anzahl der selbstbefruchteten Bastarde	Anzahl der Grosskinder	% *Nanella*
O. nanella × *O. rubiennis*	3 *Rubiennis*	114	14
O. rubiennis × *O. nanella*	2 *Rubiennis*	80	7·5

Die fünf Aussaaten wurden einzeln gemacht; jede enthielt Zwerg-Exemplare, und zwar in Verhältnissen, welche nur unwesentlich von den angeführten Mittelzahlen abwichen.

Ueber diese Bastardspaltung sind noch zwei Punkte hervorzuheben. Erstens trugen die Zwerge nicht den reinen Typus der *Nanella*, sondern diesen combinirt mit den Merkmalen der *Rubiennis*, somit braunrothe Färbung, schmälere Blätter und *Biennis*-Blüthen. Es ist also eine Combinationsform *O. rubiennis-nanella*, welche ganz der später zu beschreibenden *O. biennis-nanella* entspricht (vergl. unten Abschnitt IV, § 4), aber nicht, wie diese, bereits in der ersten Generation entstand. Man ersieht aber auch hieraus, dass die Zwergeigenschaft sich durch Kreuzung auf andere Arten übertragen lässt.

Zweitens ist zu bemerken, dass die Zahlen 14 % und 7·5 % keineswegs ausreichend mit dem von dem Mendel'schen Gesetze geforderten Werthe (25 %) übereinstimmen, um als ein Beweis angeführt zu werden, dass die Kreuzung diesem Gesetze bereits völlig folgt.[1]

[1] Aehnliche Abweichungen sind inzwischen auch von Correns bei Kreuzungen verschiedener Sorten von Mais beobachtet worden. Vergl. *Scheinbare Ausnahmen von der Mendel'schen Spaltungsregel für Bastarde.* Ber. d. d. bot. Ges. XX. 1902. S. 159.

Doch hatten die Versuche, in Folge der geringen Samenproduktion der gekreuzten Blüthen, einen zu geringen Umfang, um hierauf Gewicht legen zu können. Uebrigens kehren dieselben Erscheinungen in den Versuchen des folgenden Paragraphen wieder.

§ 13. Oenothera rubrinervis × nanella.

Die primären Bastarde der Kreuzungen innerhalb meiner Mutationsgruppe bleiben in ihren Nachkommen constant. Dieser Satz wurde durch die Untersuchung der Kinder von 85 selbstbefruchteten Hybriden im § 7 dieses Abschnittes erhärtet, erleidet aber in Bezug auf die jetzt zu beschreibende Verbindung eine Ausnahme. Und zwar nur für das Zwergmerkmal; die *Rubrinervis*-Eigenschaft folgt auch hier den Regeln der Mutationskreuzungen (vergl. oben S. 424).



Fig. 86. *Oenothera rubrinervis nanella.* Eine durch Bastardspaltung entstandene constante Form. Ganze Pflanze in $^1/_3$ der natürlichen Grösse beim Anfang der Blüthe.

Die Verbindung *Oenothera rubrinervis × nanella* schliesst sich also genau der combinirten Kreuzung *O. lata × O. brevistylis* an, und verhält sich in vielen Hinsichten wie diese. Namentlich bringt sie in der zweiten Generation die Vereinigung der beiden elterlichen Merkmale in denselben Individuen zu Stande. Aber während die *O. lata brevistylis* in beiden Sexualorganen steril war, ist die *O. rubrinervis nanella* durchaus fertil, und bildet sie seit einigen Generationen eine constante Bastardrasse (Fig. 86 u. 87).

Die Kreuzungen zwischen *O. rubrinervis* und *O. nanella* lieferten in der ersten Generation die folgenden Ergebnisse. Aus ihren Samen gingen zwar, wie zu erwarten war, *O. rubrinervis* und *O. Lamarckiana* hervor, nicht aber *O. nanella.* Die Bastarde waren somit dityp statt trityp, wie sonst bei den dihybriden Mutationskreuzungen. Und solches nicht

als Ausnahme, sondern in allen darauf geprüften Fällen, trotz möglichster Verschiedenheit der Abstammung der benutzten Exemplare der beiden zu kreuzenden Arten. Das numerische Verhältniss zwischen den beiden vorhandenen Typen war ein sehr schwankendes, ähnlich wie wir dieses bereits in § 5 für die Erbzahlen von *O. rubrinervis* gesehen haben.

Die bezüglichen Befruchtungen fanden theils 1893, theils 1899 statt; stets wurden die Blüthen von *O. rubrinervis* castrirt und unter Ausschluss des Insectenbesuches mit dem Staub der *O. nanella* befruchtet. Für den ersten Versuch wählte ich sechs *Rubrinervis*-Pflanzen aus dem Bd. I, S. 192 vorgeführten Stamme; sie gehörten also der fünften Generation an. Sie wurden mit *Nanella*-Exemplaren der vierten Generation der Bd. I, S. 262 erwähnten, in 1889 aus der

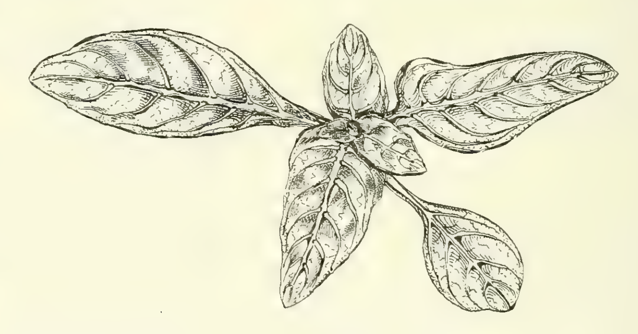


Fig. 87. *Oenothera rubrinervis nanella.* Eine Keimpflanze im Alter von $1^1/_2$ Monat.

Laevifolia-Familie hervorgegangenen Rasse befruchtet. Väter und Mütter waren also möglichst reiner Abstammung. Die Samen der sechs Mütter wurden getrennt geerntet; von zweien säte ich sie im nächsten Jahre (1894), von den vier übrigen aber erst 1899. In beiden Jahren entstanden keine Zwerge und zwar auf mehreren Hunderten von zur Blüthe erzogenen Exemplaren. Stets herrschte der Typus der *O. rubrinervis* sehr stark vor und war derjenige der *O. Lamarckiana* nur schwach vertreten, doch habe ich nur 1899 eine genaue Zählung vorgenommen. Diese ergab, dass auf 440 Pflanzen 8 % *Lamarckiana* waren, sehr gleichmässig über die Kinder der vier Mütter vertheilt. Alle übrigen waren *O. rubrinervis.*

Für den zweiten Versuch habe ich *Rubrinervis*-Pflanzen benutzt, welche nicht reiner Abstammung waren. Sie stammten aus einer Kreuzung der *O. rubrinervis* derselben Rasse wie im vorigen Versuch mit einer nicht zu meiner Mutationsgruppe gehörenden Form, welche

ich oben (S. 310) unter dem Namen *Oen. hirtella* vorgeführt habe. Die Kreuzung fand 1897 statt; aus ihr ist eine constante rothnervige Rasse hervorgegangen, deren Blüthen aber nicht die Grösse der gewöhnlichen *O. rubrinervis,* sondern die viel kleinere der *O. hirtella* haben. Ich hatte von dieser Form im Jahre 1899 die zweite Generation und castrirte in ihr sechs rothnervige Exemplare. Jede wurde mit dem Blüthenstaub einer anderen *Nanella*-Pflanze befruchtet, und zwar waren es drei *Nanella*-Pflanzen aus der 1896 ausgeführten Kreuzung *O. lata* × *O. nanella,* für welche damals beiderseits Mutanten aus der *Lamarckiana*-Familie benutzt wurden. Der Samen aus dieser Kreuzung war theilweise 1897, theilweise 1899 ausgesät worden. Die drei anderen für die Befruchtung der *Rubrinervis* dienenden *Nanella*-Pflanzen gehörten der vierten Generation meiner Rasse an (Bd. I, S. 265), waren 1898 spät gesät und überwintert. Es waren also zweijährige Individuen. Es wurden für jede der sechs Mütter die Samen getrennt geerntet und gesät. Die drei ersteren gaben 561 Keimpflanzen mit 67, 75, 77, im Mittel 74 % *O. rubrinervis,* die drei letzteren 477 Pflänzchen mit 69, 74, 92, im Mittel 78 % *Rubrinervis.* Ferner 26 % und 22 % *O. Lamarckiana* und keine *O. nanella.*

Im dritten Versuche wurde eine *Rubrinervis*-Pflanze von derselben Abstammung wie im zweiten mit *Nanella* der soeben genannten vierten Generation befruchtet. Die Samen lieferten 500 Keimpflanzen, von denen keine einzige *O. nanella* war, welche aber nicht weiter sortirt wurden.

Für den vierten Versuch wurden acht *Rubrinervis*-Pflanzen auf zwei verschiedenen Beeten castrirt. Die sechs ersteren entstammten einer Kreuzung meines reinen *Lamarckiana*-Stammes mit einer *O. rubrinervis* (1898), welche in der *Scintillans*-Familie als Mutante aufgetreten war. Die zwei übrigen entstammten gleichfalls einer solchen Kreuzung, aber die den Staub liefernde *Rubrinervis* war als Mutante in der *Lata*-Familie aufgetreten. Die *Nanella*-Pflanzen gehörten denselben zwei Gruppen an wie im zweiten Versuche. Die ganze Abstammung der gekreuzten Individuen lag also wiederum innerhalb meiner Mutationsgruppe. Die 6 Pflanzen der ersteren Gruppen waren mit je einer *Nanella*-Pflanze aus *lata* × *nanella* gekreuzt; ich erntete ihre Samen getrennt, erzog 848 Keimpflanzen und fand die folgenden procentischen Erbzahlen für *O. rubrinervis*:

34 40 40 46 49 58.

Die übrigen Pflänzchen waren *O. Lamarckiana,* mit Ausnahme von drei Mutanten (2 *lata,* 1 *albida*). Zwerge gab es nicht.

Von den beiden anderen *Rubrinervis*-Exemplaren war eins mit *Nanella*-Staub derselben Herkunft und die anderen mit *Nanella* der vierten Generation befruchtet. Ich erzog 149 + 97 Keimpflanzen, erhielt unter ihnen keine *Nanella*, sondern nur *Rubrinervis* und *Lamarckiana*, die ersteren im Verhältniss von 39 und 25 %.

Fassen wir zum Schluss die in den vier Versuchen mitgetheilten Zahlen zusammen, so bekommen wir, abgesehen von den Mutanten, die folgende Tabelle:

Kreuzungen von Oen. rubrinervis × Oen. nanella.

Zusammensetzung der ersten Generation.

Jahr	*Rubrinervis* ♀	*Nanella* ♂	Erbzahlen in Proc. *Rubrin.*	*Lam.*	*Nan.*
I 1893	5. Generation	4. Generation der ersten Familie	92	8	0
			67	33	0
II 1899	aus *Rubrin.* × *Hirtella*	aus *lata* × *nanella*	75 } 74	25	0
			77	23	0
II 1899	aus *Rubrin.* × *Hirtella*	4. Generation	69	31	0
		(zweijährig)	74 } 78	26	0
		der zweiten Familie	92	8	0
III 1899	aus *Rubrin.* × *Hirtella*	4. Generation (zweijährig) der zweiten Familie	—	—	0
			34	66	0
			40	60	0
IV 1899	aus *Lam.* × *Rubrin.* (*Rubrinervis* aus *Scintillans*)	aus *lata* × *nanella*	40	60	0
			46 } 45	54	0
			49	51	0
			58	42	0
IV 1899	aus *Lam.* × *Rubrin.* (*Rubrin.* aus *Lata*)	aus *lata* × *nanella*	39	61	0
IV 1899	aus *Lam.* × *Rubrin.* (*Rubrin.* aus *Lata*)	4. Generation der zweiten Familie	25	75	0

In diesen Versuchen verhalten sich also die Merkmale der *O. rubrinervis* wie in den übrigen monohybriden und dihybriden Kreuzungen dieser Art, indem ein Theil der Bastarde diesen Typus, ein Theil aber denjenigen der *O. Lamarckiana* zur Schau trägt, und zwar unabhängig von der Abstammung der zur Bastardirung gewählten *Rubrinervis*-Pflanzen.

Ebenso ist das Fehlen der *O. nanella* unter den Nachkommen

dieser Kreuzungen von der Abstammung der beiden mit einander gekreuzten Individuen in diesen Versuchen unabhängig.

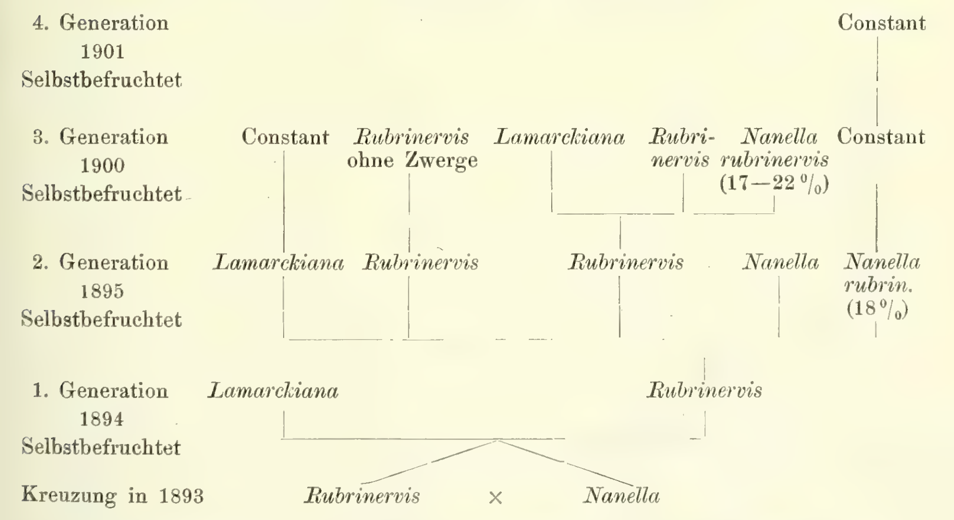
Trotzdem sowohl *O. rubrinervis* als *O. nanella* von möglichst verschiedener Herkunft mit einander verbunden wurden, ist somit das Resultat in der ersten Generation stets dasselbe. Nur hohe Bastarde, zumeist mit den Merkmalen der *O. rubrinervis,* zum kleineren Theile mit dem Typus der gemeinschaftlichen Stammform *O. Lamarckiana,* wurden erhalten. Zwerge fehlten stets. Die *Rubrinervis* und *Nanella* waren theils Mutanten, theils stammten sie aus den reinen Familien und theils auch aus verschiedenen Kreuzungen, aber ohne dass dadurch eine Abänderung im Ergebniss erhalten würde.

Die erste Generation verhält sich also stets wie diejenige einer MENDEL'schen Bastardirung, wenn man dabei nur das Zwergmerkmal beachtet.

Von den erwähnten Kreuzungen habe ich aus äusseren Gründen die weiteren Generationen nur für einen Fall untersucht. Es war dies der 1893 angefangene Versuch.

Diesen habe ich in den beiden folgenden Jahren fortgesetzt, dann unterbrechen müssen und 1899 wiederum aufgenommen. Ich gebe zunächst eine Uebersicht des Ganzen in der Form eines Stammbaumes:

Bastardspaltungen unter den selbstbefruchteten Nachkommen von Oen. rubrinervis × Oen. nanella.



Die Kreuzung und die erste Generation, welche vorwiegend aus *Rubrinervis*-Pflanzen bestand, sind in § 6, S. 422 erwähnt worden. Unter

den rothnervigen Individuen habe ich einige in Pergaminbeuteln mit ihrem eigenen Blüthenstaub, unter Ausschluss jedes fremden Pollens, befruchtet und ihre Samen im nächsten Jahre, 1895, ausgesät. Zur Blüthezeit hatte ich dann eine Cultur, welche vorwiegend aus echten *Rubrinervis*-Pflanzen bestand, untermischt mit einzelnen *Lamarckiana*-Individuen. Daneben kamen aber auf 300 Pflanzen 55 Zwerge, also etwa 18 %, welche wiederum fast alle rothnervig waren. Nur ganz vereinzelte waren grün und in jeder Hinsicht so gebaut wie die gewöhnlichen *Nanella*-Pflanzen in anderen Culturen.

Mit Ausnahme dieser letzteren habe ich von jeder Sorte einige Exemplare unter den erwähnten Vorsichtsmaassregeln mit ihrem eigenen Blüthenstaub befruchtet. Betrachten wir zunächst die *Rubrinervis*-Pflanzen. Diese waren sechs an der Zahl, von jeder wurden die Samen getrennt geerntet und ausgesät. Die Nachkommenschaft wiederholte die Spaltung der vorigen Generation, aber nur für einen Theil der Mütter. Unter den Zwergen fehlten diesmal die grünen *Nanella*-Pflanzen durchaus, wie sie auch in der ersten Generation (1894) gefehlt hatten. Ich fand für die sechs Mütter die folgende Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft:

Spaltungen in der dritten Generation nach Selbstbefruchtung in der zweiten.

(Vergl. den Stammbaum S. 451.)

Mutter 1895	Anzahl der Keimpflanzen im Frühling 1900	Procentische Anzahl		
		Lamarckiana	*Rubrinervis*	*Rubrinervis Nanella*
I	158	3	97	0
II	129	1	99	0
III	139	0	83	17
IV	139	0	79	21
V	139	0	78	22
VI	137	5	78	22

Wie in den beiden vorhergehenden Generationen überwiegt hier die *O. rubrinervis* den Typus der Mutterart in sehr hohem Grade (92 % *Rubrinervis* und 8 % *Lamarckiana* in der ersten Generation, vergl. S. 450). In Bezug auf die Erzeugung von *Nanella*-Exemplaren giebt es zwei Gruppen unter den *Rubrinervis*-Individuen der zweiten Generation: nicht-abspaltende und andere, welche die Combinations-

form in etwa gleichen Verhältnissen hervorbringen wie in der vorigen Generation.

Die *Lamarckiana*-Pflanzen der zweiten Generation zeigten sich bei Selbstbefruchtung, soweit sie untersucht wurden, als constant. Es wurden die Samen von drei Pflanzen ausgesät und 188 Keimpflanzen erhalten. Darunter waren keine Rothnerven oder rothnervige Zwerge und nur vier grüne Zwerge, eine Anzahl, welche zu sehr mit dem Mutationscoëfficienten der *O. nanella* übereinstimmt, um hier weitere Schlussfolgerungen zu gestatten.

Sehr wichtig ist für uns die *Oenothera rubrinervis nanella.* Neben den im ersten Bande S. 266 aufgezählten Combinationstypen von *O. nanella* bildet sie eine neue, in vielen Hinsichten vorzüglichere Form. Erstens ist sie viel schöner und kräftiger, und übertrifft sie in diesen Hinsichten selbst die gewöhnliche *Nanella* ganz bedeutend. Und zweitens gelang es bis jetzt von den dort genannten Formen nicht, Samen zu gewinnen, während die *Rubrinervis nanella* sehr leicht und reichlich fructificirt. Ich habe sie jetzt in vier Generationen gezogen, sie erhielt sich dabei constant, genau mit denselben Merkmalen wie die Mutterpflanzen, und soweit der geringe Umfang der Versuche es zu beurtheilen gestattet, ohne Rückschläge. Sie verbindet die Merkmale der *O. rubrinervis* und der *O. nanella* in sehr vollständiger Weise in sich, soweit diese sich nicht überhaupt ausschliessen. Ihre Keimpflanzen und die jungen Rosetten zeigen solches bereits. Vergleicht man unsere Fig. 87 mit den Figg. 78 und 79 auf S. 257 und 260 des ersten Bandes, so sieht man leicht die Uebereinstimmung und die Unterschiede. Die Blätter sind im Herzen zusammengerückt, nur kurz gestielt oder gar sitzend, wie bei der *Nanella,* aber sie sind schmäler und länglich in der Form, wie solches der *Rubrinervis* entspricht. Ihre Farbe ist nicht grün, sondern röthlich-grau, namentlich auf den Nerven: das Roth scheint hier sogar reichlicher vertreten zu sein als bei der Mutterart. Im erwachsenen Alter werden die *Rubrinervis nanella*-Pflanzen etwas höher und kräftiger als die *Nanella* selbst, bleiben aber doch noch sehr niedrig. Die Fig. 77 auf S. 256 des ersten Bandes stellt eine *Nanella* bei derselben Verkleinerung vor wie unsere Fig. 86. Aber für jene wurde die Pflanze in der Mitte der Blüthezeit, für diese dagegen zu deren Anfang photographirt. Die Blätter der *Rubrinervis nanella* sitzen am Stengel nicht so dicht auf einander als bei den gewöhnlichen Zwergen, sie sind länger und schmäler, röthlich-grau uud in allen diesen Punkten der *Rubrinervis* entsprechend. Die Blüthen sind viel grösser, dunkler gelb und weiter geöffnet; sie sind an kräftigen Pflänzchen ebenso

gross wie diejenigen der hohen *Rubrinervis*; ihre Kelche und Fruchtknoten sind oft intensiv roth gestreift. Der ganze Bau und ebenso die Verzweigung sind in dieser Form lockerer und dadurch schöner als bei der *Nanella*.

Da die *Oenothera rubrinervis nanella* bis jetzt niemals durch Mutation aus einem der beiden Grosseltern, und eben so wenig unmittelbar aus den zahlreich ausgeführten Kreuzungen zwischen diesen beiden Typen entstand (vergl. die Tabelle auf S. 450), sondern nur bei der Spaltung selbstbefruchteter Bastarde erhalten wurde, so bildet sie eins der auffälligsten Beispiele für die Existenz der Bastardspaltungen auf dem Gebiete der Mutationskreuzungen.

Die Spaltungsfähigkeit der Bastarde muss sich nicht nur bei Selbstbefruchtung, sondern auch bei Kreuzungen zeigen können. Und es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass in manchen Fällen, die in den Keimzellen thatsächlich auftretenden Spaltungen leichter durch geeignete Kreuzungen, als nach Selbstbefruchtung an's Licht gebracht werden können. Denn vielleicht wird eine Spaltung in den Keimzellen oft durch eine starke Prävalenz der einen Eigenschaft bei der Befruchtung unsichtbar gemacht. Und wenn diese Schlussfolgerung richtig ist, so würde man in neuen Kreuzungen vielleicht mehrfach ein Mittel haben, Bastarde als spaltungsfähig und somit als solche zu erkennen.

Aus diesen Gründen habe ich mit den hohen *Rubrinervis*-Exemplaren des beschriebenen Versuches eine Reihe von Kreuzungen ausgeführt. Sie haben in der Mehrzahl meine Erwartungen bestätigt, indem sie das Vermögen, durch Spaltung *Nanella*-Pflanzen entstehen zu lassen, fast regelmässig an's Licht brachten. Die Kreuzungen wurden theils mit *O. nanella* selbst durchgeführt, theils mit *O. lata* und mit *O. Lamarckiana* von verschiedener Herkunft, welche aber unter ihren Vorfahren, soweit mir bekannt, weder *O. nanella* noch *O. rubrinervis* gehabt hatten.

Ein erster Versuch betraf die Kreuzung *(Rubrinervis × nanella) × nanella*. Es wurden im Jahre 1895, unter den im Stammbaum S. 451 als *Rubrinervis* angedeuteten Bastarden drei mit dem Blüthenstaub von *O. nanella* befruchtet. Die Zwerge gehörten der fünften Generation meiner damaligen Rasse an (vergl. Bd. I, S. 262). Die auf den drei Müttern getrennt geernteten Samen wurden im nächsten Jahre ausgesät und die Nachkommenschaft zur Blüthezeit sortirt und gezählt. Die Zusammensetzung war annähernd dieselbe für die drei Gruppen, und da diese klein waren und zusammen nur 108 Pflanzen umfassten, gebe ich nur die mittleren Zahlen für alle. Es hatten den Typus von:

O. rubrinervis . . .	35 %	} 70 %
O. Lamarckiana . .	35 „	
O. nanella (grün) . .	16 „	} 30 „
O. rubrinervis nanella	14 „	

Wäre die Spaltung und die Kreuzung genau nach dem MENDEL'schen Gesetze vor sich gegangen, so würde man 50 % Zwerge erwartet haben. Die kleinere Zahl, welche gefunden wurde, ist aber vielleicht nur dem geringen Versuchsumfang zuzuschreiben.

In demselben Jahre (1894) habe ich drei Bastarde desselben Beetes und desselben Typus mit einer *O. Lamarckiana* befruchtet, welche der damals noch unreinen *Laevifolia*-Familie angehörte (Bd. I, S. 192). Die drei Samenproben gaben im Jahre 1895 Culturen von derselben Zusammensetzung, welche zusammen 213 theils blühende, theils vor der Blüthe ausgeschaltete Pflanzen enthielten. Ich fand darunter mit dem Typus der:

O. rubrinervis	84 %
O. Lamarckiana	10 „
O. nanella	6 „

Denselben Versuch habe ich dann im Sommer 1899 in grösserer Abwechslung wiederholt. In diesem Jahre hatte ich, wie bereits oben erwähnt, nochmals von dem Samen der ersten Kreuzung von 1893 gesät. Mit dem Staub der hohen, rothnervigen Pflanzen wurden zwei *O. Lamarckiana* von reiner Abstammung befruchtet, während gleichfalls drei Exemplare von *O. lata* aus der ersten *Lata*-Familie (Bd. I, S. 202) mit dem Staub der fraglichen Bastarde belegt wurden, und ein rothnerviger Bastard als Mutter zu einem Kreuzungsversuch mit *O. Lamarckiana* diente. Bei der Aussaat der Samen erhielt ich die folgenden Ergebnisse:

Kreuzung von Rubrinervis × nanella-Bastarden mit O. Lamarckiana und O. lata (1899).

Mutter	Vater	Procentische Zusammensetzung der Nachkommenschaft: *Rubrin.*	*Lam.*	*Nan.*
Lamarckiana	Bastard	74	19	7
„	„	68	24	8
Bastard	*Lamarckiana*	72	16	12
Lata	Bastard	—	—	2
„	„	—	—	6
„	„	—	—	8
	Versuch von 1894	84	10	6
	Im Mittel:	75	17	7

Zur besseren Vergleichung habe ich die Zahlen des vorigen Versuches am Schlusse dieser Uebersicht wiederholt. Der Umfang der Aussaaten betrug in den beiden ersteren Versuchen nur je 80 Pflanzen, im dritten nahezu 200 und in den drei übrigen 200—300 Exemplare. Als Controle habe ich *O. lata* von derselben Abstammung mit *O. rubrinervis* aus einer anderen (nicht mit *Nanella* gekreuzten) Familie befruchtet und unter ihren Kindern kamen, obgleich ich davon im geeigneten Alter über 1000 Stück prüfen konnte, keine *Nanella* vor. Ferner habe ich Bastarde aus der 1893er Kreuzung, welche den grünen *Lamarckiana*-Typus trugen, mit *Lamarckiana* reiner Abstammung befruchtet; sie gaben nur *Lamarckiana* mit 1—2% *Nanella*, also nicht wesentlich mehr, als durch Mutation ohne Kreuzung entstehen kann.

Ueberblicken wir zum Schluss die Ergebnisse unseres Versuches, so sehen wir, dass die Bastarde aus der Kreuzung *O. rubrinervis × nanella* sich in Bezug auf die erstere Gruppe von Merkmalen nach den Regeln der Mutationskreuzungen verhalten, in Bezug auf die Zwergeigenschaft aber den MENDEL'schen Gesetzen folgen, wenigstens wenn wir zunächst von den Zahlenverhältnissen absehen. Denn die erste Generation enthält nur hohe Individuen, die zweite aber theilweise hohe und theilweise Zwerge. Von den hohen spalten sich einige wieder in ihren Nachkommen, andere aber nicht, während die Zwerge durchaus constant bleiben. Die Uebereinstimmung ist soweit eine vollständige.

Aber die Zahlenverhältnisse für das recessive Merkmal weichen ab. Ich fand:

		Nanella	Nach MENDEL
A.	2. Generation bei Selbstbefruchtung	18%	25%
B.	3. Generation, Bastarde bei Selbstbefruchtung	17—22%	25%
C.	2. Generation × *Nanella*	30%	50%
D.	2. Generation × *Lamarckiana* oder *Lata*	2—12%	0%
E.	Genau so war es bei der Kreuzung mit *Oenothera rubiennis* (S. 446) in der 2. Generation bei Selbstbefruchtung	7—14%	25%

Mit Ausnahme der unter D genannten Werthe sind diese Zahlen alle zu niedrig, was vielleicht darauf hindeutet, dass die MENDEL'schen Spaltungen erst unvollständig auftraten, vielleicht aber auch nur in dem geringen Umfang der Versuche seine Erklärung findet. Doch sind, wie bereits bemerkt, meine Untersuchungen über diesen Punkt noch nicht abgeschlossen.

Die unter D erwähnten Kreuzungen hätten keine Zwerge ergeben müssen, falls eine reine MENDEL'sche Bastardirung vorliegen würde,

Da aber diese Bastarde mit *Lamarckiana* oder *Lata* Mutationskreuzungen geben müssen, so werden ihre *Nanella*-Sexualzellen sich verhalten wie *Nanella* selbst, wenn sie mit *Lamarckiana* oder *Lata* gekreuzt wird. Man würde dann nach § 3, falls die Hälfte der Sexualzellen die *Nanella*-Anlage führen, im Mittel $1/2 \times 21\%$ oder $10 \cdot 5\%$ *Nanella*-Exemplare unter den Bastarden erwarten. Die gefundenen Werthe 2—12% genügen dieser Forderung in der Hauptsache, weichen von ihr aber wieder in demselben Sinne ab, wie die übrigen. Diese Abweichung kann somit kaum eine zufällige sein.

Als Endschluss ergiebt sich somit, dass die *Nanella*-Eigenschaft in ihrer Verbindung mit *O. rubrinervis* und *O. rubiennis (O. biennis × O. cruciata)* wenigstens annähernd den Mendel'schen Gesetzen folgt, während sie sich mit *O. Lamarckiana* und *O. biennis* nebst einigen anderen Arten nach den Regeln der Mutationskreuzungen verbindet.

§ 14. Der Austritt aus der Mutationsperiode.

Von der im ersten Bande beschriebenen Mutationsperiode der *Oenothera Lamarckiana* habe ich weder den Anfang noch das Ende beobachtet. Dagegen habe ich zwei neue Arten beschrieben, welche auf demselben Fundort mit der Mutterart untermischt vorkamen, von diesen aber im Laufe meiner Versuche nicht wieder horvorgebracht wurden. Das diesbezügliche Mutationsvermögen muss also in der *Oenothera Lamarckiana* erloschen sein. Die betreffenden neuen Arten waren die *O. brevistylis* und die *O. laevifolia.*[1]

In derselben Weise darf man vielleicht annehmen, dass das Mutationsvermögen auch für die anderen neuen Typen verschwinden wird. Nicht etwa für alle zu gleicher Zeit, sondern für den einen früher und für den anderen später. Es wird dadurch bei der Seltenheit der Mutationen einerseits und bei der geringen Beweiskraft negativer Befunde andererseits die Aussicht, dieses Erlöschen experimentell festzustellen, allerdings eine viel kleinere. Im ersten Bande habe ich die mittlere procentische Anzahl der Mutationen in den Aussaaten für die einzelnen neuen Formen als Mutationscoëfficienten behandelt, und wir sahen dort, dass diese Werthe z. B. für *O. oblonga* etwa 1%, für *O. rubrinervis* etwa $0 \cdot 1\%$ und für *O. gigas* nicht wesentlich mehr als $0 \cdot 01\%$ betrugen (Bd. I, S. 239). Aussaaten, welche auf zehntausend Keimlingen eine fragliche Mutation nicht hervorbringen, beweisen also das Fehlen des betreffenden Mutations-

[1] Vergl. Bd. I, S. 336.

vermögens noch keineswegs. Und wenn in kleineren Aussaaten nur einzelne Mutanten gesehen werden, und andere fehlen, wie solches ja ganz gewöhnlich der Fall ist, so geben solche Versuche doch noch kaum einen Fingerzeig, in welcher Richtung man etwa ein Erlöschen des Mutationsvermögens erwarten dürfte.

Aus dieser Schwierigkeit versprechen aber die Bastardirungsversuche eine Auskunft, wenigstens nach einer bestimmten Richtung. Und zwar ist es das Verhalten der *O. brevistylis*, welches hier eine besondere Beachtung verdient. Denn diese Art, welche jetzt von der *Lamarckiana* nicht mehr hervorgebracht wird, giebt mit dieser auch keine Mutationskreuzungen. Sie folgt, sowohl mit ihr als mit der *O. lata*, den MENDEL'schen Gesetzen. Ebenso verhält sich, nach einigen bereits oben erwähnten vorläufigen Versuchen, die *O. laevifolia*, welche gleichfalls nicht mehr durch Mutation entsteht.

Es wäre allerdings voreilig, diese Erfahrung jetzt schon verallgemeinern und zu einem Satze erheben zu wollen. Doch ist andererseits die Vermuthung wohl erlaubt, dass bei retrogressiven Mutationen das Auftreten MENDEL'scher Bastarde auf das Aufhören des Mutationsvermögens in den betreffenden Familien hindeuten mag.

Bei progressiven Mutationen lässt uns diese Hypothese allerdings vorläufig im Stich, wenigstens so lange für sie eine scharfe Grenze zwischen Mutationskreuzungen und normalen Bastardirungen nicht gefunden bezw. nicht bequem festzustellen ist. Hier mag in mancher Linie des Stammbaumes die Mutabilität für einzelne Typen verloren gegangen sein, ohne dass es bis jetzt durch die Kreuzungsversuche verrathen würde.

Wir müssen uns somit auf die retrogressiven Mutationen und namentlich auf die im ersten Bande als solche den übrigen gegenübergestellte *O. nanella* beschränken. Hier findet aber die soeben aufgestellte Vermuthung in den Versuchen des vorigen Paragraphen offenbar ein Merkmal, auf welches sie sich fast unmittelbar anwenden lässt.

Ist die Hypothese richtig, so findet unsere Erfahrung, dass die Kreuzungen von *O. rubrinervis* und *O. nanella* in Bezug auf das Zwergmerkmal keine Mutationskreuzungen sind, sondern Bastarde geben, welche sich in ähnlicher Weise spalten wie die MENDEL'schen Hybriden in unserem vorhergehenden Abschnitte, ihre Erklärung in der Annahme, dass die *Oenothera rubrinervis* in Bezug auf das Zwergmerkmal nicht mutabel ist. Wie sie diese Mutabilität verloren hat, und weshalb diese jedesmal verschwindet, wenn eine *Rubrinervis*-Pflanze durch Mutation aus *O. Lamarckiana* entsteht, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Offenbar eröffnet diese Hypothese, falls sie richtig ist, die Aussicht auf sehr wichtige Aufschlüsse über das Aufhören der Mutabilität und somit auf die Beziehungen des mutabelen Zustandes zu dem immutabelen, und auf einem Umwege wohl auch auf den Anfang der Mutabilität, diese allerwichtigste Frage auf dem ganzen Gebiete. Doch sind meine Untersuchungen hierüber noch im vollen Gange, und wird es noch vieler Jahre bedürfen, ehe sie zu einem gewissen Abschlusse gebracht werden können.

Einstweilen lassen sich aber zur Erhärtung unserer Hypothese einige wenige Erfahrungen anführen.

Erstens die negative Thatsache, dass *O. nanella*, welche aus *O. Lamarckiana* und aus deren Kreuzungen im Mittel aus über 75 000 Beobachtungen in 0·5—0·8 % der Sämlinge entsteht, und welche auch von *O. leptocarpa*, von *O. scintillans* und von *O. gigas* hervorgebracht wurde (Bd. I, S. 261—262) bis jetzt nie in meinen Aussaaten von *O. rubrinervis* beobachtet wurde, trotzdem diese behufs Prüfung ihrer Constanz mehrfach in einigen Tausenden von Exemplaren cultivirt wurde (Bd. I, S. 163, 193). Auch scheint die Mutabilität der *O. rubrinervis* überhaupt eine sehr geringe geworden zu sein und sich auf die Production von *Lata* und *Leptocarpa* zu beschränken, wie ich bereits im ersten Bande S. 238 hervorgehoben habe.

Zweitens die Frage, ob das Vermögen, durch Mutation Zwerge hervorzubringen, in derselben Prämutationsperiode entstanden ist, wie die Mutabilität meiner *Oenothera Lamarckiana* in anderen Richtungen. Solches scheint nicht der Fall zu sein, im Gegentheil, die *Nanella*-Mutabilität oder die Fähigkeit, Zwerge zu produciren, scheint erheblich älter zu sein. Ich habe hierüber einen directen Versuch gemacht, indem ich Samen von *O. Lamarckiana* aus einer Handelsgärtnerei bezog und auf ihre Mutabilität prüfte. Ich kaufte Samen bei Vilmorin-Andrieux et Cie. in Paris, säte sie im Frühling 1899 aus und befruchtete in dieser Cultur acht Pflanzen mit ihrem eigenen Blüthenstaub. Aus ihren Samen erzog ich im nächsten Jahre 1955 Pflanzen, von denen vier *O. nanella* waren, oder 0·2 %, also nur etwas weniger als dem Mutationscoëfficienten meiner eigenen Culturen im Mittel entspricht. Ich vermuthe sogar, dass die *Nanella*-Production noch viel älter ist und bereits bei *O. biennis* gefunden wird, doch gestatten meine Erfahrungen hierüber noch keine weitere Mittheilung.

Schliesslich lässt sich entscheiden, ob die Ursache, wegen der *O. rubrinervis* und *O. nanella* bei ihren Kreuzungen Mendel'sche Bastarde geben, in der ersteren oder in der letzteren Art zu suchen ist. Man braucht hierzu offenbar nur dasselbe Exemplar von

O. nanella mit *O. Lamarckiana* und mit *O. rubrinervis* zu kreuzen. Zu diesem Zwecke habe ich im Sommer 1899 vier *Nanella*-Pflanzen bestimmt und jede mit einer Nummer bezeichnet. Ebenso wählte ich vier Pflanzen von *O. rubrinervis* und vier von *O. Lamarckiana,* und gab ihnen dieselben Nummern. Auf den beiden letzteren Arten wurden am 17. August 1899 einige Blüthen, nach vorhergegangener Castration, mit dem Staub der *O. nanella* belegt, und zwar kam jedesmal der Staub einer *Nanella*-Pflanze auf die Narben einer *Rubrinervis* und einer *Lamarckiana,* welche dieselbe Nummer trugen.[1] Die castrirten Blumen wurden selbstverständlich in Pergaminbeuteln vor Insecten geschützt. Die Samen wurden für die acht Pflanzen getrennt geerntet und ausgesät und ergaben bei der Zählung der Keimlinge im Jahre 1900 das Folgende:

O. nanella, entstanden aus der Kreuzung dieser Art mit:

	O. rubrinervis	*O. Lamarckiana*
Mit dem Staub von *O. nanella* Nr. 1	0 °/₀ *Nanella*	14 °/₀ *Nanella*
„ „ „ „ „ „ „ 2	0 „ „	24 „ „
„ „ „ „ „ „ „ 3	0 „ „	24 „ „
„ „ „ „ „ „ „ 4	0 „ „	41 „ „

Die *O. rubrinervis*-Versuche umfassten je 120—160, die *O. Lamarckiana*-Culturen je 140—240 Keimlinge.

Es geht hieraus hervor, dass derselbe Blüthenstaub von *Nanella* mit *Lamarckiana* eine Mutationskreuzung, mit *Rubrinervis* aber eine Mendel'sche Bastardirung geben kann. Die Ursache dieses Unterschiedes liegt also nicht in den Zwergen, sondern offenbar in den Rothnerven. Sie kann wohl keine andere sein als die oben angedeutete, der Verlust der betreffenden Mutabilität.

Wir folgern also:

Aller Wahrscheinlichkeit nach geht beim Auftreten von *Oenothera rubrinervis* als Mutante die Fähigkeit, durch Mutation *O. nanella* hervorzubringen, verloren, und bedingt dieses die Möglichkeit der Bildung Mendel'scher Bastarde zwischen diesen beiden neuen Arten.

[1] Zwei *Nanella*-Pflanzen stammten aus *O. lata* × *O. nanella*, zwei andere gehörten der fünften Generation meiner reinen constanten Rasse an. Die *O. Lamarckiana* hatte als selbstbefruchtete Mutter *O. scintillans*, die Rothnerven stammten aus einer Kreuzung dieser Art mit *O. Lamarckiana.* Uebrigens sind die einzelnen Versuche bereits oben beschrieben worden, und handelt es sich hier nur um deren Zusammenfassung.

Vierter Abschnitt.

Die unisexuellen Kreuzungen.

I. Die constanten Eigenschaften der Bastarde.

§ 1. Die Kreuzung auf den Gebieten der Variabilität und der Mutabilität.

In seiner berühmten Theorie der Bastardbildung sagt Nägeli: „Ich habe zur Erklärung der bei der Bastardbildung zu Tage tretenden Erscheinungen mich nicht bloss an diese äusseren Erscheinungen, sondern vielmehr an die inneren Eigenschaften gehalten, aus denen wir sie ableiten müssen." — „Die Erkenntniss dieses Grundsatzes, dass das Wesen einer Pflanzenform durch die systematischen Merkmale noch nicht vollkommen ausgedrückt wird, dass dasselbe vielmehr in den gesammten inneren Eigenschaften — begründet ist, muss auch auf die Methode der Bastardirungsversuche Einfluss gewinnen, wenn diese Lehre überhaupt einen nachhaltigen Fortschritt machen soll. Man muss hier, mehr als irgend anderswo, dem äusseren Schein misstrauen."[1]

Dass trotz dieser klaren und deutlichen Aussprüche eines hervorragenden Forschers die Wissenschaft auf diesem Gebiete im Laufe eines Drittel-Jahrhunderts einen wesentlichen Fortschritt in der angegebenen Richtung nicht gemacht hat, liegt meines Erachtens wohl hauptsächlich daran, dass man sich über die inneren Eigenschaften keine richtige oder wenigstens scharfe Vorstellung machen konnte. Die herrschende Ueberzeugung von der langsamen und stetigen Umwandlung der Arten führte nothwendiger Weise zu der Annahme einer gleichfalls allmählichen Entwickelung der inneren Eigenschaften. Die Vorstellung scharf umschriebener sogenannter elementarer Eigenschaften als innere Grundlage der äusserlich wahrnehmbaren Eigen-

[1] *Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wiss.* 13. Jan. 1866. S. 123 und 124.

thümlichkeiten lag ferne. Und die Betrachtung der Linné'schen Arten als die Einheiten bei den Kreuzungsversuchen trug das Ihrige dazu bei, die wirklichen Einheiten in den Hintergrund zu drängen.

In meiner Intracellularen Pangenesis[1] habe ich, im Gegensatze zu Nägeli's Theorie der Erblichkeit, die Forderung aufgestellt, die inneren Eigenschaften nicht zusammen als ein Ganzes zu betrachten, sondern gerade im Gegentheil die einzelnen Eigenschaften als die Einheiten zu behandeln, bis zu denen die biologische Analyse vorzudringen hat. Die Ergründung des Wesens dieser Einheiten lag allerdings damals und liegt auch jetzt noch weit ausserhalb der Möglichkeit einer experimentellen Behandlung; wir können sie vorläufig ruhig der Zukunft überlassen. Die Einheiten selbst aber und die Erklärung der äusserlich sichtbaren Vorgänge auf Grund dieser Vorstellung schienen mir unserem Studium gar nicht unzugänglich zu sein. Es handelte sich nur darum, sie in Angriff zu nehmen. Dieses konnte theils auf dem Gebiete der eigentlichen Mutationen, theils auf demjenigen der Bastardirungen versucht werden. Nirgendwo tritt so klar wie hier das Bild der Art gegenüber seiner Zusammensetzung aus selbstständigen Factoren in den Hintergrund.[2] In den Bastarden sind die väterlichen und mütterlichen Eigenschaften in bestimmter Weise gemischt, theils activ, theils latent, theils geschwächt, theils ungeschwächt. Und in ihren Nachkommen können die latenten wieder an's Licht treten und die mannigfachsten Gruppirungen fast in jedem Grade gegenseitiger Mischung zeigen. Alle diese Erscheinungen beweisen uns klar, dass der Artcharakter im Grunde kein einheitliches Gebilde ist. Alle führen sie mit zwingender Nothwendigkeit zu dem Schlusse, dass der Charakter reiner Arten, genau so wie der der Bastarde, zusammengesetzter Natur ist.[3]

Die jetzige Bastardlehre[4] betrachtet die Arten, Unterarten und Varietäten als die Einheiten, deren Combinationen in den Bastarden erzielt und studirt werden sollen. Man unterscheidet zwischen den Blendlingen der Varietäten und den echten Hybriden der Arten. Je nach der Anzahl der elterlichen Typen spricht man von diphylen bis polyphylen Bastarden, von Tripel-, Quadrupel-Hybriden u. s. w. Aber diese Behandlungsweise sollte für die physiologische Forschung

---

[1] *Intracellulare Pangenesis.* S. 55 ff.

[2] A. a. O. S. 25.

[3] A. a. O. S. 26.

[4] *Berichte d. d. bot. Ges.* Bd. XVIII. Heft 3. S. 84.

aufgegeben werden. Sie mag einstweilen für systematische und gärtnerische Zwecke genügen, sie genügt aber nicht für eine tiefere Erkenntniss der Arten. An ihre Stelle ist das Princip der Kreuzung der Artmerkmale zu stellen. Die Einheiten dieser Kennzeichen sind dabei als scharf getrennte Grössen zu betrachten und zu studiren. Sie sind als von einander unabhängig zu behandeln, überall und so lange keine Gründe für das Gegentheil vorliegen.

Neben den unmittelbaren Beobachtungen des Mutationsvorganges giebt es keine zweite Gruppe von Erscheinungen, welche auf die fraglichen Einheiten ein schärferes Licht zu werfen versprechen, als gerade die Folgen der Kreuzungen. Und der Umstand, dass die Forschungen der allerletzten Jahre, auf MENDEL's schöner Entdeckung fussend, eine zahlenmässige Behandlung der betreffenden Erscheinungen als möglich und im höchsten Grade fruchtbar kennen gelehrt haben, dürfte den besten Beweis für die wirkliche Existenz von scharf umschriebenen elementaren Eigenschaften darstellen. Der „nachhaltige Fortschritt", den NÄGELI von der Erkenntniss der inneren Eigenschaften erhoffte, wird erst jetzt zur Wirklichkeit, nachdem diese letzteren zuvor in ihre Einheiten zerlegt worden sind.

Im ersten Abschnitt dieses Bandes habe ich versucht, eine Uebersicht über die ganze Bastardlehre zu geben, wie sie sich beim Anfang der jetzigen Untersuchungsperiode zeigte. Es lag mir daran, nachzusuchen, wie sich die älteren und neueren Erfahrungen zu dem Principe der elementaren Eigenschaften verhielten. Ueberall ergab sich in klarer Weise, dass das Bild sowohl der Art als des Bastardes ein zusammengesetztes ist, und namentlich, dass letzteres in weitaus den meisten Fällen theilweise aus constanten und theilweise aus spaltungsfähigen Merkmalen aufgebaut war. Diesen Gegensatz lernten wir als den wichtigsten kennen. Nur wenige Bastarde haben entweder nur constante oder nur spaltbare Kennzeichen. Regel ist es, dass von beiden Sorten je eine oder einige im Bastard verbunden sind. Und daraus entstand sofort die Nothwendigkeit, wenigstens diese beiden Gruppen getrennt zu behandeln.

Ferner ergab sich, dass das Verhalten der väterlichen und mütterlichen Charaktere im Bastard selbst nur scheinbar das Wichtigste ist. Es ist allerdings das erste Resultat eines gelungenen Kreuzungsversuches, deshalb aber noch nicht das Hauptergebniss. Gerade im Gegentheil sind die Vorgänge bei der Fortpflanzung der Mischlinge von weit grösserer Bedeutung. Denn erst hier zeigen sich die Eigenschaften in ihrem wirklichen Wesen. Nicht die Vermischung aller Eigenschaften im primären Bastard, sondern die Art

und Weise ihrer Verbindung in seinen Nachkommen ist für die Erblichkeitslehre die wahre Quelle der Erkenntniss.[1]

Die Mendel'schen Gesetze beziehen sich nur auf die spaltungsfähigen Merkmale der Bastarde. Wie ich im zweiten Abschnitt zu zeigen versucht habe, handelt es sich dabei vorwiegend um Eigenschaften, welche in dem einen der beiden Eltern activ, in dem anderen latent, oder in der einen Stammform semi-latent und in der anderen semi-activ sind. Also im Wesentlichen um solche Kennzeichen, welche bei dem jüngsten der Eltern auf retrogressivem oder auf degressivem Wege aus der entsprechenden Eigenschaft des anderen Elters hervorgegangen sind. Es sind das im Grossen und Ganzen jene Kennzeichen, welche man als Varietätsmerkmale zu betrachten pflegt (vergl. Abschnitt VI).

Diesen gegenüber stehen die Differenzen, welche durch progressive Artbildung entstanden sind. Sie gehorchen bei Kreuzungen ganz anderen Gesetzen, indem sie, wenigstens in der Regel, zu constanten Bastardrassen oder doch zu constanten, sich im Laufe der Generationen gleich bleibenden Eigenschaften der Bastarde führen. Sie sollen in diesem Abschnitte, so weit es jetzt thunlich ist, vorgeführt werden.

Ehe wir dazu schreiten, müssen wir aber die Grenze zwischen der normalen Befruchtung und der Kreuzung, dann aber die verschiedenen theoretisch möglichen Formen der Kreuzungen selbst einer eingehenden Besprechung unterziehen.

Im Grunde ist jede Befruchtung, welche nicht Selbstbefruchtung eines einzelnen Individuums ist, eine Kreuzung. Selbst spricht Darwin von der Kreuzung verschiedener Blüthen auf demselben Stocke. Und bei dioecischen Pflanzen und den meisten Thieren ist eigentlich jede Befruchtung eine Kreuzung. Der Unterschied liegt offenbar nicht in der Sache selbst, sondern in dem Interesse, mit welchem man den Vorgang betrachtet. Denn offenbar bedeutet normale Befruchtung die Verbindung zweier unter sich gleicher Eltern, Kreuzung aber die Vereinigung zweier ungleicher. Das heisst aber, dass man dieselbe geschlechtliche Verbindung Befruchtung oder Kreuzung nennen wird, je nachdem man dabei den Unterschieden zwischen den beiden Eltern Rechnung trägt oder nicht.

[1] Vielleicht könnte man aus den Werken von Gärtner, Focke u. A. Listen von Eigenschaften und von ihrem Verhalten bei den Kreuzungen in den verschiedensten Gattungen und Familien zusammenstellen. Eine solche, allerdings keineswegs leichte Arbeit würde als Grundlage für weitere Forschungen offenbar von höchstem Nutzen sein.

Die Unterschiede zwischen den Eltern sind aber nach der Mutationslehre principiell verschiedene, je nachdem sie ausschliesslich der fluctuirenden Variabilität oder daneben auch der Mutabilität angehören. Es giebt somit:

I. Kreuzung auf dem Gebiete der Variabilität.

II. Kreuzung auf dem Gebiete der Mutabilität.

Im ersteren Falle besitzen die beiden Eltern im Grunde dieselben Eigenschaften, im letzteren besitzt einer von beiden wenigstens eine innere Eigenschaft, welche dem anderen fehlt, oder kommt dieselbe Eigenschaft in einem anderen Zustande vor, wie bei den Mendel'schen Bastarden. Betrachten wir zunächst den ersten Fall, so kann die Ausbildung der verschiedenen Charaktere, nach dem Quetelet'schen Gesetze der fluctuirenden Variabilität, eine sehr wechselnde sein. Zwei Exemplare derselben Art oder Varietät können in der Intensität der Färbung der Blüthen, in der Grösse der Blumenkronen, im Grade der Behaarung und der Bewaffnung, in der Ausbildung der Blätter, ferner in der Zahl der Organe in den einzelnen Blüthenkreisen, der Strahlen der Köpfchen und Schirme, der Blättchen zusammengesetzter Blätter u. s. w. von einander abweichen. Findet nun eine künstliche Verbindung solcher absichtlich möglichst verschieden ausgewählter Individuen statt, so haben wir eine Kreuzung auf dem Gebiete der Variabilität.

Eine solche Kreuzung kann offenbar zwischen Kindern einer und derselben Mutter, auch nach Selbstbefruchtung und bei reiner Abstammung, vorgenommen werden. Sie bildet dann einfach das Gegentheil der Selection und wurde als solches bereits ausführlich im ersten Bande, namentlich S. 107, behandelt. Andererseits aber kann man verschiedene, durch Selection aus derselben elementaren Art erhaltene Zuchtrassen mit einander kreuzen, und die Vermischung ihrer Unterschiede in den Kindern studiren.

Solche Studien sind allerdings bis jetzt auf botanischem Gebiete noch kaum vorgenommen worden. Sie bedürfen zu ihrer Ausbildung der variationsstatistischen Methode, welche erst im letzten Jahrzehnt in der Botanik Eingang gefunden hat. Aber die von Galton und Anderen auf anthropologischem und zoologischem Gebiete erhaltenen wichtigen Ergebnisse lehren, dass hier auch für den Botaniker noch viel zu arbeiten ist. Ich hebe zwei wichtige Sätze hervor: die Lehre von der Regression und die Lehre von den mittelelterlichen Eigenschaften. Die erstere ist im ersten Bande ausführlich behandelt worden,[1] sie stellt vielleicht den schärfsten Gegensatz zwischen

[1] Vergl. namentlich Bd. I, S. 60 und Fig. 19.

den Kreuzungen auf dem Gebiete der Variabilität und jenen aus dem Ringe der Mutabilität dar. Denn die Regressionsgesetze lehren uns, dass die Eigenschaften der Kinder in solchen Fällen nicht nur von den sichtbaren Merkmalen der Eltern, aber auch, und in noch höherem Maasse, vom mittleren Typus der Art bestimmt werden. Offenbar muss für die Kinder ungleicher Eltern, also bei solchen Kreuzungen, die Regression dieselbe sein wie bei gleicher Abweichung der beiden Eltern vom Mittel.

Der Satz von den mittel-elterlichen Eigenschaften sagt aus, dass die Eigenschaften der Kinder, in Bezug auf fluctuirend variirende Unterschiede der Eltern, sich nach dem Mittel der elterlichen Werthe richten. Man hat also nur für die fragliche Eigenschaft das Mittel der Eltern zu berechnen, in Bezug auf Zahl, Maass und Gewicht, und die Kinder werden sich verhalten, als ob die Eltern unter sich gleich und beide in diesem mittleren Grade ausgestattet wären.[1] Die ganze Kreuzungsfrage auf dem Gebiete der individuellen Variabilität wird hier durch eine sehr einfache Rechnungsweise auf das Gebiet der reinen Befruchtung zurückgeführt.

Es leuchtet ein, wie vollständig auch in der Bastardlehre der Gegensatz zwischen Variabilität und Mutabilität ist. In dem vorliegenden Buche behandle ich nur die letztere, und so beschränke ich mich auch hier ausschliesslich auf die einschlägigen Vorgänge. Nur zum Zwecke der klareren Abgrenzung glaubte ich die Variabilitätskreuzungen näher betrachten zu müssen.

§ 2. Ungepaarte Eigenschaften.

Sowohl bei den Mendel'schen Kreuzungen als bei denjenigen innerhalb einer Mutationsperiode findet jede elementare Eigenschaft der Mutter bei der Befruchtung im männlichen Sexualkerne eine ihr entsprechende, gleichnamige, sei es auch, dass diese in Bezug auf ihre Activität in einem anderen Zustande vorhanden ist.

Bei geringerer Verwandtschaft braucht solches nicht der Fall zu sein. Hier kann es in dem einen Elter elementare Eigenschaften geben, welche in dem anderen fehlen.

Nach der Mutationstheorie entstehen die einzelnen Arten, beim Evolutionsprocess der organischen Natur, aus einander vorwiegend dadurch, dass von Zeit zu Zeit neue Eigenschaften zu den bereits

[1] F. Galton, *Natural Inheritance.* 1889. S. 87 u. s. w. Derselbe, *Proceedings Roy. Soc.* Vol. 61. S. 401.

vorhandenen herbei kommen. Der ganze Fortschritt beruht auf der allmählichen Differenzirung, diese selbst aber in letzter Instanz auf der Zunahme der Anzahl der elementaren Eigenschaften. Jede solche neu aufgetretene Art hat also eine einzige Eigenschaft mehr als ihre Mutterart. Möge sich die Eigenschaft auch in mehreren Merkmalen äussern, oder vielleicht gar das Aussehen aller Organe mehr oder weniger abändern, sie ist doch stets als eine in sich geschlossene Einheit zu betrachten. Diesen wichtigen Satz haben wir durch die Vergleichung der neuen Arten von *Oenothera* so vielfach kennen gelernt, und namentlich gelegentlich der *O. lata* (Bd. I, S. 287) so eingehend besprochen, dass es überflüssig wäre, darauf hier zurückzukommen.

Es ist nun klar, dass der einfachste Fall einer Kreuzung auf dem Gebiete der Mutabilität derjenige ist, in welchem eine neue Art mit ihrer Mutterart verbunden wird. Der ganze Unterschied zwischen den beiden Eltern reducirt sich dann auf die eine betreffende elementare Eigenschaft. Diese fehlt der älteren Art und ist nur in der jüngeren anwesend. Um den Fall aber in vollster Einfachheit vor sich zu haben, muss man nicht Kreuzungen innerhalb einer Mutationsperiode vornehmen, wie die im vorigen Abschnitt behandelten. Denn in jener Periode besitzt die Mutterart die fraglichen neuen Eigenschaften bereits im mutablen Zustande. Man müsste die Mutterart von einem Fundorte hernehmen, wo sie sich nicht im Zustande der Mutation befindet, denn nur dann wäre der Bedingung möglichster Einfachheit genügt.

Bei einer solchen Kreuzung einer Art mit ihrer (immutablen) Mutterart muss offenbar der Bastard alle seine Eigenschaften mit alleiniger Ausnahme der neuen von beiden Eltern ererben. In Bezug auf die ersteren wird sich die Verbindung als eine normale Befruchtung verhalten. Die neue Eigenschaft aber wird er von dem jüngsten seiner Eltern erben. Ob er sie zur Schau tragen oder latent halten wird — das ist eben eine ganz andere Frage; ebenso diejenige, ob die Eigenschaft, falls sie latent bleibt, in den Nachkommen wiederum activ werden wird. Wir beschränken uns hier auf die innere Vererbung, auf die theoretische Seite des Vorganges, wenn man will.

Es ist nun klar, dass wir es in unserem schematischen Falle mit einer rein einseitigen Vererbung zu thun haben. Der neuen Eigenschaft steht bei der Mutterart keine andere gegenüber. Denkt man sich bei der Kreuzung alle Eigenschaften der beiden Eltern paarweise zusammengelegt, so findet jede Eigenschaft des Vaters

in der Mutter eine gleichnamige Einheit, nur die neue findet keine. Sie liegt im Bastard ungepaart.

Diese Betrachtungsweise lässt sich nun auf weitere Fälle ausdehnen. Es leuchtet ein, dass überall, wo Arten oder scharf geschiedene Unterarten geschlechtlich verbunden werden, der Fall vorkommen kann, dass eine oder mehrere elementare Eigenschaften beim einen Elter vorkommen, beim anderen aber fehlen. Ungepaarte Eigenschaften muss es bei zahllosen, namentlich bei den meisten sogenannten Artkreuzungen geben. Macfarlane, dessen theoretische Auseinandersetzungen über diese und ähnliche Punkte die Grundlage zu einer tiefer eindringenden Erkenntniss bilden, aber leider bis jetzt viel zu wenig berücksichtigt wurden,[1] hat für die entsprechenden Fälle den klaren Ausdruck „Unisexuelle Vererbung" eingeführt. Im Anschluss an seine Beobachtungen und Darlegungen und an die im ersten Abschnitt dieses Bandes gegebene Uebersicht, namentlich aber an die hochwichtigen von Peter gegebenen Zahlen (S. 24) können wir sagen, dass solche, nur von einem Elter herrührende Charaktere sich vererben, aber dabei in der Regel nur zur Hälfte reducirt sichtbar werden.[2] Der Grad dieser Reduction schwankt je nach den einzelnen Fällen, und zwar allem Anscheine nach in Uebereinstimmung mit den einfachen Gesetzen der Wahrscheinlichkeit (s. oben S. 25, Note). Ferner scheint es sich aus unseren Darlegungen zu ergeben, dass solche Eigenschaften, wenigstens in der Regel, in den Nachkommen der Hybriden sich gleichbleiben und sich in derselben Weise äussern wie in der ersten Bastardgeneration. Unterscheiden sich die beiden Eltern ausschliesslich durch solche unisexuelle oder „ungepaarte" Charaktere, so entstehen die constanten Bastardrassen (s. oben S. 66); haben sie dazu noch andere, so tritt der gewöhnliche Fall von nur theilweise constanten Formen auf (s. oben S. 74).

Das Verhalten der unisexuellen Eigenschaften bei den Bastardirungen gestattet noch in einem wichtigen Punkte eine eingehendere Analyse. Wir betrachten dazu die möglichen Grade der Verwandtschaft zwischen den beiden zu kreuzenden Formen und schliessen uns dabei an die gleichsinnigen Darlegungen Abbado's an.

[1] J. Muirhead Macfarlane, *A comparison of the minute structure of plant hybrids with that of their parents, and its bearing on biological problems.* Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXXVII. Part I. No. 14. 1892.

[2] Macfarlane a. a. O. S. 273: „*Structures found only in one parent and with no corresponding counterpart in the other, are handed down, though reduced by half.*"

Dieser Forscher hat in seiner klassischen Uebersicht der Bastardirungsvorgänge im Pflanzenreiche, von denselben Principien ausgehend, die Verwandtschaftsgrade durch einfache Figuren darzulegen versucht.[1] Trägt man die von ihm nur im Text besprochenen Einheiten in die Skizzen ein, so erhält man ein Schema, wie es unsere Fig. 88 angiebt. Wir deuten durch *M* eine Mutterform an, aus der durch auf einander folgende Mutationen in zwei Richtungen die neuen Arten *a, b, c, d* und *a', b', c', d'* entstanden sein mögen. Und zwar *a* und *a'* je durch eine Mutation aus *M, b* durch eine ebensolche aus *a, c* aus *b* u. s. w. Es würden somit *d* und *d'* je vier verschiedene elementare Eigenschaften mehr besitzen als *M.*

Es leuchtet nun ein, dass man in diesem Schema eine Art erstens kreuzen kann mit einem ihrer geradlinigen Vorfahren, dann aber auch mit ihren seitlichen Verwandten. Erstere Verbindungen kann man avunculäre, letztere collaterale nennen. Leider ist es bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft nur selten möglich, mit der erforderlichen Gewissheit zu entscheiden, zu welcher dieser beiden Gruppen eine ausgeführte bezw. vorgeschlagene Bastardirung gehört.

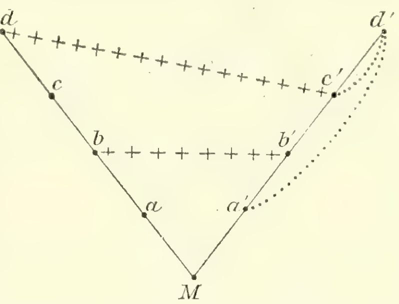


Fig. 88. Schema für zwei Fälle unisexueller Verbindungen bei Kreuzungen.
··········· Avunculäre Kreuzungen.
+ + + + Collaterale Kreuzungen.

Aus diesen Gründen wollen wir, zur näheren Erläuterung des Principes, einen schematischen Stammbaum entwerfen, und wählen dazu diejenige Gruppe aus der Gattung *Oenothera,* aus der wir in den vorhergehenden Abschnitten dieses Bandes Kreuzungen angeführt haben.[2] Es ist dieses die Untergattung *Onagra* oder die sogenannte *Biennis*-Gruppe. In Fig. 89 ist ein solcher Stammbaum entworfen, unter der Annahme, dass *O. biennis* die Stammform der übrigen, mehrfach besprochenen Arten dieser Untergattung ist. Den im ersten Bande (S. 315) behandelten Ergebnissen der systematischen Untersuchung dieser Gruppe entsprechend nehmen wir an, dass *O. Lamarckiana* aus *O. biennis* hervorgegangen ist, unter

[1] Michele Abbado, *L'ibridismo nei vegetali. Studio bibliographico.* Nuovo Giornale bot. Ital. (Nuov. Ser.). Vol. V, No. 1—3. 1898. p. 17—19.

[2] Die Literatur bietet nur wenige Beispiele in dieser Gruppe; vergl. Focke, *Die Pflanzenmischlinge,* S. 163 und F. Gagnepain, *Sur un nouvel hybride artificiel: Oenothera suaveolens × biennis.* Bull. Assoc. Franç. d. Bot. Sept. 1900.

Vergrösserung der Blüthen und Veränderung der Tracht und der Blätter; ebenso, dass eine Verkleinerung der Blüthen und Ver-

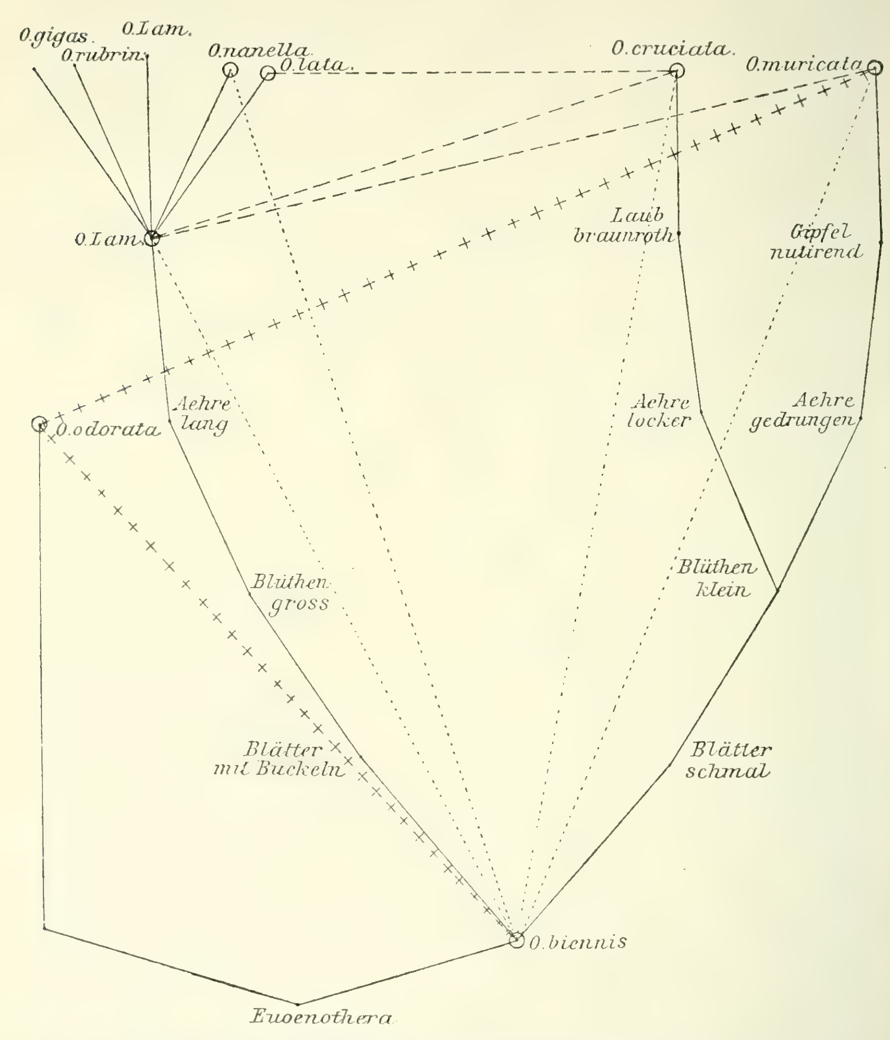


Fig. 89. Schematischer Stammbaum einiger Arten aus der Gattung *Oenothera*, zur Erläuterung der Haupttypen der unisexuellen Kreuzungen:
Avunculäre Kreuzungen.
– – – – Collaterale Kreuzungen innerhalb der Untergattung *Onagra*.
+ + + + Collaterale Kreuzungen zwischen zwei verschiedenen Untergattungen.

schmälerung der Blätter zu *O. muricata* und *O. cruciata* geführt haben. Ob diese und die übrigen angenommenen Mutationen in der gewählten

Reihenfolge stattgefunden haben oder nicht, ist offenbar für unseren Zweck gleichgültig. Wichtig ist nur die Annahme, dass *O. biennis* die Stammform ist, aus der die übrigen fraglichen Arten von *Onagra* hervorgegangen sind.

Unter dieser Annahme sind alle Kreuzungen von *O. biennis* mit anderen Arten von *Onagra* als avunculäre zu bezeichnen. Von diesen haben wir oben, mit einer Ausnahme, diejenigen beschrieben, welche mit punktirten Linien angedeutet worden sind. Es sind dieses die Verbindungen mit *O. Lamarckiana* (S. 31), *O. cruciata* (S. 101) und *O. muricata* (S. 67). Ferner gehört dazu die unten zu behandelnde Bastardirung von *O. biennis* und *O. nanella* (vergl. die beiden folgenden Paragraphen). Dagegen sind durch unterbrochene Linien die collateralen Kreuzungen zwischen *O. Lamarckiana* und *O. cruciata* (S. 103), *O. lata* und *O. cruciata* (vergl. Abschnitt V), und *O. Lamarckiana* und *O. muricata* (S. 29, Fig. 3 und 4) angegeben worden.[1] Endlich weist unsere Fig. 89 mit gekreuzten Linien zwei collaterale Bastardirungen an, welche zwischen einer Art der Untergattung *Euoenothera* (*O. odorata*) und zwei Arten aus der Gruppe *Onagra* ausgeführt worden sind, und welche, wegen der geringen Verwandtschaft, völlig sterile Hybriden gaben (S. 58).

In diesem willkürlichen Beispiele sind die angenommenen Beziehungen einstweilen hypothetische, wenn auch sehr wahrscheinliche. Innerhalb einer Mutationsperiode liegen die Verhältnisse aber klar. Kreuzt man die *Oenothera Lamarckiana* mit einem ihrer Abkömmlinge, so hat man eine avunculäre Verbindung; bastardirt man zwei neue Arten unter sich, so erhält man eine collaterale. Beide allerdings nur im ersten Grade unseres Schemas (Fig. 88), also $a \times M$ und $a \times a'$.

Ueberblickt man das Princip dieser Auseinandersetzungen, so sieht man sofort einen wichtigen Unterschied. Denn offenbar geben

[1] Dass die reciproken Kreuzungen der beschriebenen Verbindungen oft andere Bastarde geben, wurde bereits S. 103 und S. 109 bemerkt, ebenso, dass oft Bastarde aus verschiedenen Verbindungen dieselben Charaktere besitzen. Zur Vervollständigung jener Angaben füge ich noch hieran zu, dass *O. Lamarckiana* × *O. biennis, O. nanella* × *O. biennis, O. muricata* × *O. biennis* und *O. cruciata* × *O. biennis* im Wesentlichen die Merkmale von *O. biennis* führen. Dagegen sind die Bastarde *O. biennis* × *O. Lamarckiana, O. muricata* × *O. Lamarckiana, O. cruciata* × *O. Lamarckiana* unter sich wesentlich gleich und einer *Lamarckiana* mit *Biennis*-Blüthen ähnlich. *O. biennis* × *muricata, O. Lamarckiana* × *muricata, O. Lamarckiana* × *O. cruciata* und *O. lata* × *O. cruciata* sind stark goneoklin nach der Vaterseite (vergl. Fig. 3 und 4 auf S. 29). In allen diesen Bastarden überwiegt somit der Einfluss des Vaters über denjenigen der Mutter.

die avunculären Verbindungen nur Aussicht auf die Vereinigung der elterlichen Merkmale im Bastard, die collateralen aber dazu noch auf diejenigen der gemeinschaftlichen Vorfahren. Im ersteren Falle gilt oft, wie wir früher gesehen haben, die Regel von der Prävalenz der phylogenetisch älteren Kennzeichen (S. 33),[1] obgleich diese uns gerade in dem speciellen Beispiel, wegen der Ungleichheit der Bastarde aus den reciproken Kreuzungen, im Stich lässt. Bei den collateralen Bastardirungen kommt aber dazu die Aussicht auf Atavismus. Würden die neuen Eigenschaften a und a' u. s. w. sämmtlich derart geschwächt auf den Mischling übertragen werden, dass sie in ihm ganz zurücktreten, so würde letzterer offenbar wiederum die Merkmale der gemeinschaftlichen Vorfahren zur Schau tragen können. Wir fanden davon ein Beispiel in der Kreuzung zwischen *Oenothera lata* und *O. nanella,* deren Producte in erster Generation, wenigstens in ziemlich bedeutender Anzahl, die unterscheidenden Merkmale beider Eltern völlig verloren hatten und zu der hohen Statur der gemeinschaftlichen Stammform zurückgekehrt waren (Tafel I).

Ein zweites Beispiel liefert die Kreuzung von *O. muricata* mit *O. Lamarckiana,* da diese Bastarde Blumen von derselben Grösse und demselben Bau haben wie die gemeinschaftliche Stammform *O. biennis.* Die Blüthen der Bastarde sind intermediär zwischen denen der beiden Eltern, ob diese Thatsache aber als Zwischenbildung oder als Rückschlag aufzufassen ist, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Doch dürfte die rechnerische Construction einer Zwischenstufe zwischen den kleinen, sich selbst befruchtenden Blüthen von *O. muricata* mit der langen Kelchröhre einerseits, und den grossen Blüthen mit weit hervorragenden Narben der *O. Lamarckiana* andererseits kaum ohne eine gewisse Willkür auszuführen sein und nicht nothwendiger Weise auf das Bild von *O. biennis* führen.

Es ist offenbar anzunehmen, dass unter den zahlreichen Bastardirungen, welche bis jetzt von so vielen Forschern ausgeführt worden sind, sehr viele, wenn nicht weitaus die meisten, collaterale sein werden, und es würde sich voraussichtlich lohnen, darunter nach weiteren Fällen von Atavismus, in Bezug auf bestimmte Merkmale oder Gruppen von solchen, zu suchen.

Wir schliessen hier mit Macfarlane's Ausspruch: „Obgleich viele mühsame und nützliche Arbeit auf die Bastardirungen von

[1] Es erheben sich hier, wie ja auch sonst, bei schärferer Betrachtung vielfach Widersprüche, welche noch einer vollständigeren Zusammenstellung der Thatsachen und einer eingehenderen Discussion bedürfen.

Pflanzen verwendet worden ist, müssen wir diese immer nur noch als einen geringen Anfang betrachten in einer Forschungsrichtung, welche einmal Ergebnisse von hoher wissenschaftlicher Bedeutung an's Licht fördern wird.“[1]

II. Combinirte unisexuelle Kreuzungen.

§ 3. Kreuzungen der Abkömmlinge von Oenothera Lamarckiana mit älteren Arten.

Im Anschluss an die Darlegungen der vorhergehenden Paragraphen dieses Abschnittes habe ich eine Reihe von Versuchen ausgeführt, in denen meine neuen Arten von *Oenothera* mit älteren, längst bekannten Formen künstlich verbunden wurden. In soweit diese nicht selbst mutabel waren, wurde dabei, so zu sagen, der mutable Zustand der *O. Lamarckiana* übersprungen oder wenigstens aus den Versuchen ausgeschaltet.

Allerdings sind diese Versuche noch bei Weitem nicht abgeschlossen und harrt manche wichtige Frage noch einer experimentellen Beantwortung. Aber mein Hauptzweck ist nur, zu zeigen, was auch nach dieser Richtung von der Erforschung der Producte einer Mutationsperiode erwartet werden darf.

Zu diesen Verbindungen mit meinen neuen Arten benutzte ich vorwiegend *O. biennis* L. und *O. muricata* L. Daneben aber auch *O. suaveolens* Desf., *O. hirsutissima* (= *O. biennis hirsutissima* Torrey and Gray) und *O. cruciata* Nutt.[2]

Solche Kreuzungen sind offenbar ihrem Wesen nach polyhybride. Die *Oenothera Lamarckiana* hat wenigstens zwei, von einander unabhängige Eigenschaften, welche sie von allen übrigen Formen derselben Untergattung (*Onagra*) unterscheiden. Es sind dies die Tracht und die Grösse der Blumen (vergl. Bd. I, S. 329—330). Meine neuen Arten haben dazu jede noch eine weitere Eigenschaft, welche die

---

[1] J. M. Macfarlane, a. a. O. S. 272.

[2] Ueber diese Arten vergl. Bd. I, S. 327—332. Von *O. cruciata* Nutt. benutzte ich eine Form, welche ich in einem späteren Abschnitt ausführlicher behandeln werde und bereits oben (S. 100) als Varietät unter dem Namen *O. cruciata varia* aufgeführt habe; hier habe ich aber auf das Merkmal der Varietät (die Blüthen) keine Rücksicht zu nehmen.

Ausbildung grosser Blumen in der Regel nicht verhindert, wohl aber die Tracht verändert, ohne diese aber je zu derjenigen der anderen *Onagra*-Arten zurückzuführen. Von diesen unterscheiden sie sich somit wenigstens in zwei bis drei Eigenschaften.

Es handelt sich aber bei den fraglichen Kreuzungen eigentlich nur um das Verhalten der neuen, nachweislich durch Mutation entstandenen Eigenschaften. Ihnen gegenüber treten die anderen Unterschiede in den Hintergrund. Allerdings bieten sie sich in den Versuchen häufig von selbst der Beobachtung dar; bei den Zählungen von Keimpflanzen kann man sich aber auch einfach auf das Hauptmerkmal beschränken.

Vorgreifend bemerke ich hier, dass diese Kreuzungen sich in manchen Beziehungen eng an die Bastardirungen innerhalb der Mutationsgruppe anschliessen. Aber die Erbzahlen weichen ab; überwog dort, im Grossen und Ganzen, das neue Merkmal in etwa einem Viertel der Bastarde der ersten Generation, so fehlt es hier oft ganz oder tritt doch meist nur in einem geringen Theile der Bastarde sichtbar auf.

Abweichende Erbzahlen kommen auch hier vor, und, wie es scheint, nicht eben selten; sie sind, bis auf Weiteres, zufälligen günstigen Umständen zuzuschreiben.

Auch Combinationsformen kommen vor, und unter ihnen möchte ich schon hier die durch Kreuzung erhaltene, bereits in der ersten Generation entstandene constante Rasse von *O. biennis nanella* erwähnen.

§ 4. Die erste Generation der Bastarde.

Die Kreuzungen meiner neuen Arten von *Oenothera* mit älteren bekannten Arten fanden in derselben Weise wie die eigentlichen Mutationskreuzungen (S. 396) statt. Die Blüthen wurden, mit Ausnahme derjenigen der weiblichen *Lata,* vor dem Oeffnen der Antheren castrirt, in Pergaminbeuteln eingehüllt und, sobald sich die Narben öffneten, mit dem fremden Pollen bestäubt. Die Operation wurde an derselben Rispe während zwei bis drei Wochen so oft wiederholt, dass Aussicht auf eine genügende Ernte erreicht wurde. Die Samen wurden für jedes Exemplar getrennt geerntet und ausgesät; die Keimpflanzen entweder, bei hinreichend dünner Saat und unter Verwendung gedüngter Erde, in den Keimschüsseln gezählt oder ausgepflanzt und erst später sortirt. Das Sortiren und Zählen geschah im Rosettenalter, sobald die Merkmale der einzelnen Arten klar und leicht zu erkennen waren. Die undeutlichen (zurückgebliebenen oder zu dicht

stehenden) Exemplare liess ich dann noch einige Wochen für sich weiter wachsen, und wiederholte das Sortiren von Zeit zu Zeit. Aus den erhaltenen Werthen wurden jedesmal die Erbzahlen in Procenten berechnet und so ausgedrückt, dass sie unmittelbar den Gehalt an den der betreffenden neuen Art gleichen Individuen anweisen.

Kreuzungen von *O. lata* habe ich zu diesem Zwecke in den Jahren 1898 und 1899 ausgeführt. Die *Lata*-Exemplare stammten aus meinen im ersten Bande beschriebenen Culturen; von der *O. biennis* und der *O. muricata,* welche bei uns allgemein vorkommende wild wachsende Pflanzen sind, habe ich die Samen im Freien gesammelt; die übrigen sind theils durch Tausch aus botanischen Gärten, theils aus käuflichen Samen erhalten worden. *O. rubiennis* ist die oben behandelte Bastardrasse zwischen *O. cruciata* und *O. biennis* (Abschnitt I, § 13, S. 102), *O. hirtella* ist eine mit *O. Lamarckiana* verwandte Form, deren Blüthen aber nicht grösser sind als diejenigen der *O. biennis,* und welche mir namentlich für meine Kreuzungen tricotyler Rassen gedient hat (Abschnitt II, § 25, Fig. 53, S. 310).

Ich gebe jetzt das Resultat meiner Versuche in tabellarischer Form; jede Erbzahl bezieht sich auf die Nachkommenschaft einer einzigen Mutter. Nur für *O. muricata* und theilweise für *O. biennis* sind die Ermittelungen für drei Mütter vereinigt worden.

Kreuzungen von Oenothera lata mit älteren Arten.

A. Mit kleinen Erbzahlen.

Kreuzung	Jahr	Anzahl der gezählten Keimpflanzen	% *O. lata*	Anzahl der Mütter
O. lata × *O. muricata*	1899	200	0—1	3
O. lata × *O. suaveolens*	1899	269	2	
„ „	1899	225	2	
„ „	1899	249	4	
O. lata × *O. hirsutissima*	1899	177	2	
„ „	1899	233	1	
„ „	1899	462	1	
„ „	1899	302	1	
O. lata × *O. cruciata*	1899	131	0	
„ „	1899	135	0	
„ „	1899	99	1	
O. lata × *O. rubiennis*	1898	70	0	

B. Mit hohen Erbzahlen.

Kreuzung	Jahr	Anzahl der gezählten Keimpflanzen	% *O. lata*	Anzahl der Mütter
O. lata × *O. biennis*	1898	154	51	
„ „	1898	145	44—54	3
O. lata × *O. hirtella*	1898	161	56	
„ „	1898	116	46	

In Bezug auf die anderen Componenten ist mitzutheilen, dass diese in den meisten Versuchen nicht weiter als das Rosettenstadium untersucht wurden, in diesem aber dem anderen der beiden Eltern glichen, was allerdings bei den schmalblätterigen *O. muricata* und *O. cruciata* eine Entscheidung zwischen diesen selbst und ihrem gleichfalls schmalblätterigen Bastard mit *O. Lamarckiana* nicht gestattete.[1]

Die Kreuzungen von *O. nanella* führten im Wesentlichen zu demselben Ergebniss:

Kreuzungen von Oenothera nanella mit älteren Arten.

A. Mit niederen Erbzahlen.

Kreuzung Vater	Mutter	Jahr	Anzahl der gezählten Keimpflanzen	% *O. nanella*	Anzahl der Mütter
O. biennis ×	*O. nanella*	1899	139	0	1
„	„	1899	415	0	1
O. suaveolens ×	*O. nanella*	1899	196	0	1
„	„	1899	157	0	1
„	„	1899	157	0	1
B. Mit hohen Erbzahlen.					
O. nanella ×	*O. biennis*	1898	250	96	3
„	„	1900	106	100	3
O. nanella ×	*O. hirtella*	1898	170	57	3

Die Erbzahlen der fünf ersten Versuche beziehen sich auf je eine Mutter; die der drei letzten aber auf je drei Mütter, für welche dieser Werth, mit einer Ausnahme, ganz oder doch nahezu zusammenfiel.[2]

Die Tabelle enthält reciproke Kreuzungen für *O. biennis*, aber mit sehr verschiedenen Erbzahlen.

Wie bei *O. lata* glichen die Keimpflanzen, welche nicht Zwerge waren, in der Jugend dem anderen ihrer Eltern.

Die Kreuzungen *O. nanella* × *O. biennis* verdienen eine besondere Erwähnung. Hier trugen alle Bastarde, sowohl die Zwerge als die übrigen 4 % im Versuche von 1898, die Merkmale der *O. biennis*. Die letzteren habe ich bis zur Blüthe und zur Fruchtreife erzogen, und fand keinen Unterschied zwischen ihnen und der Vaterform. Die

[1] Vergl. die Formen der Blätter in Bd. I, Fig. 105, S. 331, und für die fraglichen Bastarde Bd. II, S. 29 und 103.

[2] Die einzelnen Erbzahlen der drei Mütter wichen wegen der geringen Anzahl der gekeimten Samen in dem letzteren Versuche stark von einander ab; sie waren 39—61 und 71 %.

Zwerge aber vereinigten den Zwergcharakter mit den Merkmalen des Vaters. Sie waren nicht höher oder stärker als die *Oenothera Lamarckiana nanella,* unterschieden sich aber von dieser sehr deutlich, sowohl im Rosettenalter als zur Zeit der Stengelbildung und der Blüthe. Denn die Blätter waren schmal und länglich, kaum sitzend und nicht den Stengel mit breiten Ohren umfassend, auch hatten sie den röthlichen Mittelnerven und die mehr ebene Spreite, welche *O. biennis* von *O. Lamarckiana* unterscheiden (vergl. Bd. I, Fig. 104, S. 330). Die Blüthen hatten die Grösse von denjenigen der *O. biennis,* waren also viel kleiner als bei *O. nanella*; auch stimmten sie in Bezug auf die Länge des Griffels und daher auf die Lage der Narben zwischen den Antheren mit *O. biennis* und nicht mit *O. nanella* überein. Wie die erstgenannte Art konnten sie sich also selbst, ohne künstliche Hülfe, beim Ausschluss des Insectenbesuches, regelmässig befruchten.

Ueber die Constanz dieser eigenthümlichen Bastardrasse in der zweiten Generation vergleiche man den folgenden Paragraphen.

Mit der inconstanten Form *O. scintillans* erhielt ich Ergebnisse, welche den mitgetheilten für *O. lata* und *O. nanella* völlig entsprechen. Meine Versuche waren die folgenden:

Kreuzungen von Oenothera scintillans mit älteren Arten.

Kreuzungen Mutter	Vater	Jahr	Anzahl der gezählten Pflanzen	% *O. scintillans*	Anzahl der Mütter
O. scintillans ×	*O. biennis*	1895	115	0	1
O. biennis ×	*O. scintillans*	1899	119	0	2
O. scintillans ×	*O. rubiennis*	1898	129	7	3
O. rubiennis ×	*O. scintillans*	1898	60	0	1
O. scintillans ×	*O. biennis*	1898	197	68	3
O. scintillans ×	*O. hirtella*	1898	200	36	3

In diesen Versuchen habe ich die Pflanzen nicht nur als Rosetten gezählt, sondern sie bis zur völligen Blüthe erzogen, um über ihren Charakter den erforderlichen Aufschluss zu bekommen. Es ist dabei zu bemerken, dass die Blüthengrösse von *O. biennis,* welche dieselbe ist wie bei *O. rubiennis* und *O. hirtella,* durchaus prävalent ist über die grössere Gestalt der *Lamarckiana*-Blüthen. Es hatten also in diesen Culturen alle Bastarde *Biennis*-Blüthen, und bei den *Scintillans*-Exemplaren waren also die Blüthen entsprechend kleiner als bei den echten, nicht gekreuzten *O. scintillans.* Die übrigen Bastarde hatten theils die Tracht von *O. biennis,* theils diejenige von *O. Lamarckiana,*

theils waren sie Combinationsformen; hierauf brauche ich aber an dieser Stelle nicht weiter einzugehen.

Die Samenernte war meist eine geringe, ähnlich wie bei der *O. scintillans* selbst, daher sind die Versuche mit 1—3 Samenträgern ausgeführt, wie in der letzten Spalte der Tabelle angegeben ist. Die Werthe für die einzelnen Mütter wichen dabei nicht wesentlich von einander ab.

Schliesslich habe ich eine kleine Reihe von Versuchen mit *O. rubrinervis* gemacht, und auch in diesem Falle meine Bastarde zum Blühen und zur Fruchtbildung gebracht, um völlig sicher über ihre Merkmale zu sein.

Kreuzungen von Oenothera rubrinervis mit älteren Arten.

Kreuzung	Jahr	Anzahl der gezählten Pflanzen	% *O. rubrinervis*
O. rubrinervis × *O. biennis*	1898	100	1
O. rubrinervis × *O. hirtella*	1897	78	47
" "	1897	64	28
" "	1897	93	35
O. suaveolens × *O. rubrinervis*	1899	68	84

Entsprechend den höheren Erbzahlen der *O. rubrinervis* bei den Versuchen mit ihren nächsten Verwandten (vergl. den vorigen Abschnitt, § 5, S. 418) wiegen auch hier die höheren Zahlen vor.

Fasst man die Ergebnisse dieser vier Versuchsreihen zusammen, so sieht man, dass sie in den Hauptsachen eine grosse Uebereinstimmung zeigen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die einzelnen Kreuzungen auch hier einer allgemeinen Regel folgen.

Diese Regel kann uns aber erst klar werden, wenn wir die Verwandtschaft unserer neuen Arten zu den in den Versuchen benutzten älteren Sorten in Betracht ziehen. Nach der herrschenden systematischen Auffassung[1] ist die Verwandtschaft von *O. Lamarckiana* zu *O. biennis* eine so grosse, dass die erstere oft als Varietät zu der letzteren gerechnet wird. An *O. biennis* schliessen sich zunächst *O. hirtella*, dann aber auch *O. suaveolens* und *O. hirsutissima* eng an; sie haben dieselbe Grösse der Blumen und dieselben Einrichtungen zur Selbstbefruchtung. *O. muricata* aber ist wesentlich weiter entfernt, und wird z. B. von Spach als Typus einer besonderen Gruppe der *Biennis*-Gruppe gegenüber gestellt. Ihr schliesst sich *O. cruciata* und mit dieser *O. rubiennis* (= *O. cruciata* × *O. biennis*) an.

[1] Vergl. Bd. I, S. 315 und oben § 2, S. 470.

Ordnen wir nun die in den obigen Tabellen angeführten Zahlen nach diesen Graden der Verwandtschaft an, so erhalten wir folgende Uebersicht:

Tabelle über den Einfluss der Verwandtschaft auf die Zusammensetzung der Nachkommenschaft von Kreuzungen der neuen Arten von Oenothera mit älteren.

Aeltere Arten	Abkömmlinge von *Oen. Lamarckiana*	Proc. Gehalt an denselben Abkömmlingen unter d. Bastarden: A. *Lata*	B. Uebrige
A. *Biennis*-Gruppe:			
O. biennis	*O. lata*	44—54	
	O. nanella		0——96——100
	O. scintillans		0——68
	O. rubrinervis		1
O. hirtella	*O. lata*	46—54	
	O. nanella		57
	O. scintillans		36
	O. rubrinervis		28—47
O. suaveolens	*O. lata*	2—4	
	O. nanella		0
	O. rubrinervis		——84
O. hirsutissima	*O. lata*	1—2	
B. *Muricata*-Gruppe:			
O. rubiennis (*cruciata* × *biennis*)	*O. lata*	0	
	O. scintillans		0
O. muricata	*O. lata*[1]	0 (1)	
O. cruciata	*O. lata*[1]	0 (1)	

Aus dieser Tabelle ergiebt sich:

1. Die neuen Abkömmlinge von *O. Lamarckiana* geben mit *O. biennis* und deren nächsten Verwandten in der Regel eine zweiförmige Bastardgeneration, genau so wie mit *O. Lamarckiana* selbst. Die beobachteten procentischen Erbzahlen fallen nicht ausserhalb des dort gültigen Rahmens, mit Ausnahme der beiden auffallend hohen Zahlen für *O. nanella* × *O. biennis*.

2. Sowohl bei gleichnamigen als bei reciproken und endlich bei sehr übereinstimmenden Kreuzungen mit Arten aus der engeren Gruppe von *O. biennis* werden meist zwar übereinstimmende, bisweilen aber durchaus entgegengesetzte Werthe gefunden. Es deutet dieses darauf hin, dass äussere Umstände und wohl auch die individuelle

[1] Die eingeklammerten Zahlen der beiden letzten Versuche beziehen sich auf je ein einziges, nur im Rosettenalter beobachtetes Exemplar, und sind also einstweilen als unsicher zu betrachten.

Kraft der Eltern hier, wie bei den Kreuzungen zwischen den neuen Arten und *O. Lamarckiana* selbst, eine wichtige Rolle spielen.

3. Mit *O. muricata* und deren nächsten Verwandten geben sie aber, soweit die vorhandenen Versuche einen sicheren Schluss gestatten, nur eine einförmige Bastardgeneration. Die beiden in der Tabelle angeführten Ausnahmepflanzen weisen aber auf das Wünschenswerthe einer Wiederholung und Ausdehnung dieser Beobachtungen hin.

4. Im Grossen und Ganzen sehen wir, dass die Aussicht auf eine einförmige Bastardgeneration mit abnehmender Verwandtschaft grösser wird, und damit schliessen sich diese Kreuzungen den gewöhnlichen unisexuellen an, deren erste Generation einförmig zu sein pflegt.

§ 5. Die Constanz in den späteren Generationen.

Bei den hybriden Verbindungen meiner neuen *Oenothera*-Arten unter sich ergaben sich die erhaltenen Bastarde meist als constant, d. h. ihre nach Selbstbefruchtung geernteten Samen gaben in der Regel nur Kinder, welche den Typus ihrer Mutter wiederholten. Bei monohybriden Kreuzungen war damit gewöhnlich jede Spur der vorangegangenen Bastardirung verschwunden.

Die Uebereinstimmung, welche wir in dem vorigen Paragraphen für die Erbzahlen bei jenen Versuchen und bei Kreuzungen mit älteren Arten kennen lernten, legt die Vermuthung nahe, dass auch in Bezug auf die Constanz der Hybriden zwischen beiden Gruppen Uebereinstimmung gefunden werden wird. Ich habe deshalb eine Reihe der Bastarde des vorigen Paragraphen künstlich, in Pergaminbeuteln, mit ihrem eigenen Blüthenstaub befruchtet. Die Versuche bestätigten die ausgesprochene Vermuthung, sofern sie nur constante Bastarde erkennen liessen. Es waren in der Regel die das Merkmal der neuen Art nicht zeigenden Exemplare, welche ich auf ihre Constanz prüfte, da es mir wesentlich darauf ankam, zu erfahren, ob es unter ihnen auch solche geben würde, welche das in ihnen unsichtbare Merkmal dennoch in ihren Nachkommen entfalten könnten.

Ich gebe jetzt eine tabellarische Uebersicht dieser Versuche, welche nur constante Bastarde finden liessen[1]. Der Umfang der einzelnen Aussaaten war ein sehr verschiedener, was daher rührt,

[1] Ueber die Spaltungen von *Oen. rubiennis* × *nanella* in der zweiten Generation wurde oben S. 444 gehandelt.

dass die Zählungen in einzelnen Fällen (bei mehr als 500 in der Tabelle angegebenen Keimpflanzen) im Rosettenalter stattfanden, während sie in den übrigen Versuchen erst zur Zeit der Blüthe vorgenommen wurden.

Constante Bastarde der ersten Generation.

A. Kreuzungen neuer Arten mit *O. biennis* und *O. hirtella.*

Kreuzungen Mutter	Vater	Selbstbefruchtete Bastarde (Anzahl und Form)	Jahr der Selbstbefruchtung	Anzahl der gezählten Kinder
O. nanella ×	*O. biennis*	2 *Biennis*	1899	24
„	„	6 *Biennis-nanella*	1899	185
O. rubrinervis ×	*O. biennis*	1 *Biennis*	1899	22
„	„	1 *Lamarckiana* BB[1]	1899	98 (44)[2]
O. hirtella ×	*O. nanella*	5 „ „	1898	655[3]

B. Kreuzungen neuer Arten mit *O. rubiennis.*

Kreuzungen Mutter	Vater	Selbstbefruchtete Bastarde (Anzahl und Form)	Jahr der Selbstbefruchtung	Anzahl der gezählten Kinder
O. lata ×	*O. rubiennis*	4 *Lamarckiana* BB	1899	573
O. rubiennis ×	*O. scintillans*	1 „ „	1899	30
O. scintillans ×	*O. rubiennis*	2 „ „	1899	58
„	„	2 *Rubiennis*	1899	65

Mit einer unten erwähnten, wohl nur scheinbaren Ausnahme (*O. scintillans*, vergl. S. 482), waren diese Aussaaten einförmig, und wiederholten sie nur den Typus ihrer selbstbefruchteten Mutter. Die Formen der neuen Arten zeigten sich in ihnen nicht. Sie stellen somit voraussichtlich constante Bastardrassen dar, wenn nicht alle, so doch wohl die meisten. Ueber diese ist zu bemerken, dass sie theilweise einer der beiden gekreuzten Formen glichen (*O. biennis* und *O. rubiennis*), theilweise aber Combinationsformen bildeten: *O. biennis-nanella* und die biennis-blüthige *O. Lamarckiana.*[4] Beide sind bereits

[1] BB = *Biennis*-blüthig, d. h. mit Blüthen von der Grösse derjenigen von *O. biennis.*

[2] Es wurden im Rosettenalter 98 Exemplare gezählt, von denen nur 44 weiter cultivirt wurden.

[3] Unter diesen 655 Pflanzen kamen zwei *O. nanella* vor, was wohl dem gewöhnlichen Mutationsvermögen der *O. Lamarckiana* oder der *O. hirtella* zuzuschreiben ist. Sie wurden bis zur Blüthe und zur Fruchtbildung beobachtet.

[4] Bastardrassen, welche Combinationstypen darstellen, haben in methodologischer Hinsicht stets den grossen Vortheil, dass sie offenbar über jeden Zweifel an der Genauigkeit der Operationen des Castrirens, der Bestäubung, der Ernte, des Reinigens der Samen und der Aussaat erhoben sind. Denn kein Versehen bei diesen Handlungen kann eine Combinationsform hervorrufen.

im vorigen Paragraphen besprochen, und sind wohl als constante Rassen anzusehen. Jedenfalls gilt dieses von der *O. biennis-nanella*, welche eine wichtige Bereicherung auf dem Gebiete des düsteren Formenreichthums der Gartensorten in der *O. biennis*-Gruppe bildet; wichtig deshalb, weil hier ausnahmsweise ihr Ursprung bekannt und ihre Aufführung als Bastardrasse somit eines Beweises fähig ist. Die *O. Lamarckiana* BB, d. h. mit *Biennis*-Blüthen, entstand bei mir aus den verschiedensten Kreuzungen, welche diese beiden Blüthentypen vereinigten, und zwar stets mit Ausschluss der Blüthenform der *O. Lamarckiana*. Die Blüthengrösse der *Biennis* ist gegenüber derjenigen der *O. Lamarckiana* also fast durchweg prävalent. Vielleicht erwarben die Vorfahren, durch welche die *O. Lamarckiana* aus der *O. biennis* unserer Vorstellung nach entstanden ist, zuerst die Tracht und erst später die Blumengrösse unserer jetzigen Art.

In der Tabelle sind Kreuzungen mit *O. scintillans* erwähnt worden. Aus solchen entstehen bisweilen *Scintillans*-Pflanzen, wenn auch, dem soeben Gesagten entsprechend, mit kleinen, *biennis*-förmigen Blüthen. Ich habe nun auch solche mit ihrem eigenen Blüthenstaub befruchtet, obgleich selbstverständlich nicht zu erwarten war, dass sie eine grössere Constanz aufweisen würden als die *O. scintillans* selbst. Ich erzog aus den Samen eines solchen Exemplares 75 Pflanzen, von denen die meisten im Jahre 1900 geblüht haben. Es waren 60 % *O. Lamarckiana* und 36 % *O. scintillans*, beide Typen mit den erwähnten kleineren Blüthen. Die übrigen waren theils *O. oblonga* (2 Ex.), theils *O. lata* und *O. nanella* (je ein Ex.), welche Typen bekanntlich auch nicht allzu selten aus selbstbefruchteten *O. scintillans* hervorgehen (Bd. I, S. 172).

Die *O. scintillans* behielt also, trotz der Kreuzung und trotz der Combination mit den Blüthenmerkmalen der *O. biennis*, die ihr eigenthümliche Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaft.

Fünfter Abschnitt.

Anwendung der Bastardlehre auf die Lehre von der Entstehung der Arten.

I. Historisches.

§ 1. Die Ansichten von Linné.

Seitdem durch Kölreuter's Untersuchungen die Existenz von Hybriden im Pflanzenreich nachgewiesen wurde, haben diese damals so auffallenden und wunderlichen Wesen stets eine ganz hervorragende Rolle gespielt, und namentlich als Anhaltspunkte gedient zur Erklärung bis dahin unverstandener Erscheinungen. Die Erfahrung, dass Bastarde oft Zwischenbildungen sind und mehrfach sich durch einen hohen Grad von Variabilität auszeichnen, hat dazu geführt, überall da eine Bastardnatur zu vermuthen, wo diese Beziehungen sich dem Beobachter in besonders auffallender Weise aufdrängten.

Nur selten haben diese Vermuthungen zu einem experimentellen Studium des wirklichen Sachverhaltes geleitet. Meist stellte man sich einfach damit zufrieden, die Erklärung als möglich anzudeuten. Zahllose wildwachsende Formen werden in der jetzigen Floristik als Bastarde beschrieben, ohne dass man untersucht hätte, ob die Hybriden zwischen den als muthmaassliche Eltern gewählten Formen, auch wirklich die fraglichen Merkmale haben würden. Häufig genügte die Thatsache, dass eine Zwischenform neben zwei bekannten verwandten Sorten wachsend gefunden wurde, um ihre Bastardnatur festzustellen. Die neuere Lehre der Mendel'schen Hybriden, welche ja so oft nicht Zwischenformen sind, sondern das dominirende Merkmal meist rein oder doch nur unmerklich geschwächt zur Schau tragen, wird hier allerdings andere Anforderungen stellen, und ebenso wird ein genaues Studium der unisexuellen Bastarde wesentlich dazu beitragen, hier das Gebiet der nicht experimentell geprüften Erklärungen wesentlich einzuschränken.

Weit grösser ist die Bedeutung der Hybriden im Gartenbau, wo ja so zahlreiche künstlich erzeugte Bastarde in Cultur sind, dass die zufällig gefundenen und als Bastarde gedeuteten Typen mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit als solche betrachtet werden, als diejenigen der Floristik. Doch sind auch hier Bedenken keineswegs ausgeschlossen, und namentlich verleitet der grössere Handelswerth, den Bastarde im Allgemeinen besitzen, nur zu oft dazu, neue Sorten unter diesem Titel in den Handel zu bringen.

Auch in den biologischen Wissenschaften bildet die Behauptung, irgend eine Form sei ein Bastard, noch immer eine beliebte Methode, die in bestimmten Fällen auftauchenden experimentellen Schwierigkeiten zu umgehen.

Wenn es sich also darum handelt, die genetischen Beziehungen verwandter Arten zu einander klar zu legen, so ist offenbar die Frage nicht von der Hand zu weisen, welchen Antheil daran etwaige Bastardirungen gehabt haben können. Ohne Zweifel sind viele kleinere Arten bezw. Varietäten durch Kreuzungen älterer Formen entstanden, und ohne Zweifel spielt die Variabilität der Mischlinge sehr häufig eine wichtige Rolle. Es handelt sich nur darum, in dieser Richtung nicht allzu sehr zu übertreiben, und keine Vorgänge, welche andere Ursachen haben, auf diese zurückzuführen. Selbstverständlich ist die Grenze schwierig zu bestimmen, und werden noch zahlreiche Untersuchungen erforderlich sein, ehe auch nur stellenweise eine richtige Trennung vorgenommen werden kann. Aber ich betrachte es gerade als meine Aufgabe, auf solche Fragen zu weisen, damit die schwachen Punkte der heutigen Auffassungen die Veranlassung zu neuen Studien werden, und auf diesen einmal unsere Einsicht in die Entstehung der Arten als ein empirisches Gebäude errichtet werden könne.

Dass jetzt auf diesem Gebiete noch viel Uebertreibung herrscht, kann gar nicht Wunder nehmen, wenn man berücksichtigt, mit welchen uns jetzt geradezu lächerlich erscheinenden Phantasieen diese ganze Richtung angefangen hat. Es scheint mir darum zweckmässig, die sehr eigenthümlichen Meinungen von Linné hier in möglichster Kürze darzulegen.

Im ersten Bande (S. 12) haben wir gesehen, dass man vor Linné allgemein die Gattungen als die wirklichen systematischen Einheiten betrachtete, und dass Linné selbst in seinen ersten Veröffentlichungen diese noch für geschaffen hielt. Seine Aufstellung des Grundsatzes eines künstlichen Systems, die Behauptung, dass nicht die Gattungen, sondern die Arten geschaffen seien, war eine rein willkürliche That

des grossen Meisters, im Interesse seiner Lehre. Es war, nach den damals herrschenden Anschauungen, fast ein Eingreifen in die Rechte Gottes. Und so ist es nur natürlich, dass LINNÉ in seinem späteren Leben mehr oder weniger zur der älteren Vorstellung zurückgekehrt ist.

Um die dabei entstehenden Widersprüche aufzuheben, sprach er im 6. Band seiner Amoenitates academicae die Vermuthung aus, die er auch früher gelegentlich geäussert hatte (vergl. Bd. I, S. 12), dass sowohl die Gattungen als die Arten erschaffen seien, und zwar in dem Sinne, dass es in jeder Gattung ursprünglich nur eine Art gegeben habe. Aus dieser seien die anderen durch Bastardirung hervorgegangen.[1] Diese eine Art sei dabei die Mutter aller übrigen gewesen und hätte auf diese die Merkmale der Gattung übertragen; sie bilde auch jetzt noch den Mittelpunkt der Gruppe. Es stimmt dieses mit vielen späteren Ansichten, namentlich aber mit dem oben (S. 36) besprochenen Gattungstypus GÄRTNER's überein. Und DUHAMEL, GALLESIO, TREVIRANUS und viele andere Botaniker haben sich der Auffassung von dem einheitlichen Ursprunge der Gattungen angeschlossen.[2]

Von der Seite der Mutter war die Entstehung der Arten durch Bastardirung also völlig klar. In Bezug auf die Väter aber war LINNÉ im hohen Grade frei in seiner Wahl, da er den Satz von der grossen Seltenheit von Bastarden zwischen verschiedenen Gattungen natürlich nicht auf diese ursprüngliche Entstehung der Arten anwenden konnte. Es kam nur darauf an, die Väter so zu wählen, dass sie die untergeordneten Merkmale der Arten erklären konnten. Am meisten bekannt ist das Beispiel der pelorischen *Linaria*, welche durch Kreuzung der *Linaria vulgaris* mit irgend einer anderen Pflanze mit radial gebauten Blüthen entstanden sein sollte. Daher auch der bei LINNÉ nicht seltene Artname *hybridus*. So nahm er an, dass *Delphinium hybridum* durch Kreuzung des *Delphinium elatum* mit *Aconitum Napellus*, *Saponaria hybrida* aus *S. officinalis* unter dem Einflusse einer *Gentiana*, *Veronica spuria* aus *V. maritima* und *Verbena officinalis*, *Actaea spicata alba* aus *A. sp. nigra* und *Rhus Toxicodendron* entstanden seien, u. s. w.[3]

Diese Ansicht LINNÉ's konnte sich selbstverständlich den Er-

---

[1] LINNÉ, *Amoenitates academicae.* Bd. VI: *Fundamentum fructificationis.* Vergl. auch NÄGELI, *Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art.* S. 6.

[2] TREVIRANUS, *Physiologie der Gewächse.* Bd. I, S. 423. Vergl. auch CARUEL, *Nuovo Giornale Botanico Italiano.* Vol. 12. No. 1. S. 6. 1880.

[3] Vergl. DE CANDOLLE, *Physiologie végétale.* II, S. 699 und SACHS, *Geschichte der Botanik.* S. 432.

fahrungen GÄRTNER's und so vieler anderer Forscher gegenüber nicht aufrecht erhalten. Doch hat sie einen gewaltigen Einfluss gehabt und ist wohl zweifelsohne als der Ursprung vieler auch jetzt noch geläufiger Meinungen zu betrachten. Ueberall, wo die Neigung vorherrscht, fremdartige Erscheinungen durch Bastardirung zu erklären, dürfte diese auf LINNÉ's Einfluss zurückzuführen sein. Und wie tief dieser Gedanke Wurzel gefasst hatte, sehen wir vielleicht am besten daraus, dass selbst die bedeutendsten Systematiker unter ihrem Einfluss standen. So sagt z. B. DE CANDOLLE: „L'idée de considérer les variétés comme des hybrides me paraît presque demontrée."[1]

Es kann somit nicht Wunder nehmen, wenn wir diese Neigung auch jetzt noch häufig, nicht nur im Publikum und bei den Gärtnern, sondern sogar in wissenschaftlichen Kreisen antreffen.

§ 2. Die jetzt herrschenden Meinungen.

Unter dem Einflusse des allmählichen Fortschrittes unserer experimentellen Kenntnisse erleiden die Ansichten über die muthmaassliche Bastardnatur fremdartiger Erscheinungen immer bedeutendere Einschränkungen. Die im ersten Abschnitte dieses Bandes skizzirten Erfahrungen, und namentlich die Lehre von den MENDEL'schen Bastarden, zeigen klar, wie hier überall die Erscheinungen an feste Gesetze gebunden sind. Für die Erklärung bis jetzt nicht ausreichend untersuchter Einzelfälle liegen zahlreiche Thatsachen vor, welche wenigstens begründete Analogieschlüsse gestatten. Das Gebiet der Phantasie verliert dadurch allmählich an Ausdehnung und an Bedeutung.

Viele Vorgänge, welche man bis dahin als Folgen von Bastardirungen erklären zu können glaubte, finden aber in dem heutigen Thatsachenmaterial keine ausreichenden Analogieen. Die experimentell ermittelten Regeln leisten dieses nicht. Daher die Annahme, dass diese Regeln keine Gesetze ohne Ausnahmen seien, dass gerade im Gegentheil hier und dort Erscheinungen vorkommen können, in denen, aus bis jetzt unbekannten Gründen, die Regel versagt. So gilt es z. B. als Regel, dass die Nachkommen MENDEL'scher Bastarde, sobald sie einmal rein recessive Merkmale besitzen, in ihren weiteren Generationen constant bleiben. Würde man annehmen dürfen, dass diese Constanz keine absolute sei, sondern dass irgend ein Einfluss der vorhergegangenen Kreuzung im latenten Zustande übrig bleiben

[1] *Physiologie végétale.* II, S. 728.

könnte, so würde diese Vermuthung vielleicht in vielen Fällen zur Erklärung fremdartiger Erscheinungen, wie z. B. Atavismus, benutzt werden können. Aber so lange nicht wenigstens einzelne gut beglaubigte Thatsachen als Belege vorliegen, hat eine solche Auffassung doch höchstens einen heuristischen Werth.

Das Fehlen solcher Ausnahmen lässt sich kaum allgemeingültig beweisen. Andererseits hat der Beweis ihres Vorhandenseins in sehr vielen Fällen mit den nie völlig zu vermeidenden Versuchsfehlern zu kämpfen, und dürfte somit gleichfalls in der nächsten Zeit wohl nicht erbracht werden können. Und damit wird die erörterte Vermuthung noch für lange Zeiten eine Quelle plausibler Erklärungen für neue und vom Gewöhnlichen abweichende Erfahrungen bleiben.

Statt weiterer Betrachtungen führe ich hier zwei specielle Punkte an.

Es ist eine beliebte Ansicht, die Garten-Pensées als verbesserte Formen von *Viola tricolor* zu betrachten, und sie werden deshalb ganz gewöhnlich als *V. tricolor maxima* bezeichnet. Man wundert sich dann über die grossen Blumen, die runden Formen, die so viel reicheren Farbennuancen, und erklärt sich diese gern durch irgend eine unbegreifliche Wirkung der Bastardirung. Thatsächlich aber rühren die genannten Vorzüge, nach WITTROCK's oben citirten Ausführungen (S. 97), einfach von der *Viola lutea grandiflora* her, durch deren Kreuzung mit *V. tricolor* die Garten-Pensées entstanden sind. Und so verhält es sich ohne irgend welchen Zweifel in einer langen Reihe anderer Fälle.

Ob die zahlreichen Farbvarietäten, welche wir oben für so viele Gartenblumen studirt haben (S. 194), ursprünglich durch Mutation oder durch Kreuzung entstanden sind, ist eine Frage, welche in Ermangelung historischer Nachweise wohl kaum je befriedigend zu beantworten sein wird. Ich meine die Frage, ob die verschiedenen Varietäten, welche, wie z. B. beim Löwenmaul (*Antirrhinum majus*), zwischen dem ursprünglichen Roth und dem völligen Weiss vorkommen, und welche man jetzt durch Kreuzung von Roth und Weiss erzeugen kann, ursprünglich auch in dieser Weise entstanden sind. Oder sind sie vielleicht älter als die weisse Sorte, und ist diese nicht auf einmal, sondern im Gegentheil stufenweise, und eben durch die erwähnten Zwischenstufen aus der anfänglichen Farbe hervorgegangen? Je nachdem man die eine oder die andere Antwort vorzieht, wird man sie offenbar in anderen Fällen als Analogie für etwaige Erklärungsversuche benutzen.

DARWIN hat mehrfach betont, dass man in der Anwendung der

Bastardirung als Erklärungsprincip möglichst vorsichtig sein sollte, und es scheint mir, dass diese Warnung auch jetzt noch nicht ganz überflüssig geworden ist.

§ 3. Neue Combinationen und neue Einheiten.

Die Meinung, dass durch Bastardirung, wenn auch nicht regelmässig, doch von Zeit zu Zeit neue Eigenschaften hervorgerufen werden können, beruht, so weit es sich beurtheilen lässt, zu einem grossen Theile darauf, dass man zwischen neuen Combinationen vorhandener Merkmale und neuen Kennzeichen nicht hinreichend scharf unterscheidet. Dass man durch Hybridisirung zahllose neue Formen von Gartenpflanzen erhalten hat, ist eine nicht zu leugnende Thatsache, aus der aber noch gar nicht hervorgeht, dass dabei je eine neue elementare Eigenschaft entstanden sei. Denn überall, wo die Verhältnisse klar an's Licht treten, handelt es sich nur um neue Verbindungen schon vorhandener Eigenthümlichkeiten. Unzweifelhafte Ausnahmen sind selten, und zwar anscheinend eben so selten wie das Auftreten neuer Mutationen bei gewöhnlichen Befruchtungen. Wir haben oben gesehen, dass bunte und krausige Blätter gelegentlich in Bastardrassen erscheinen, wie in den *Caladium*-Culturen von Bleu (Bd. II, S. 12), aber auf solche vereinzelte Fälle scheint die Entstehung wirklicher Neuheiten bei Bastardirungen beschränkt zu sein. Die ganze Praxis der Gärtner geht ja darauf aus, in neu eingeführten Sorten die guten Eigenschaften zu finden und diese dann durch Hybridisirung auf die bereits vorhandenen Bastardrassen zu übertragen.

So lange man die einzelnen Eigenschaften nicht als getrennte Einheiten, sondern als die Aeusserungen eines einheitlichen Artcharakters betrachtet, fällt der Unterschied zwischen der Entstehung von neuen Combinationen und von neuen Einheiten bei der Bastardirung selbstverständlich weg. Die einzelnen Eigenthümlichkeiten gehen dann überall allmählich in einander über, sie beruhen alle auf einem Mehr oder Weniger und liegen im Gebiete der fluctuirenden, hin und her schwankenden Variabilität. Jedes neue Merkmal soll im Laufe der phylogenetischen Entwickelung in dieser Weise aus den übrigen entstanden sein, und da liegt es auf der Hand, dass zwischen neuen Combinationen und neuen Einheiten im Grunde kein Unterschied angenommen werden kann.

Aber die Thatsachen entscheiden gegen diese Ansicht. Sowohl die Ergebnisse des experimentellen Studiums der Bastardirungs-

erscheinungen als die Erfahrungen der Gärtner und der Landwirthe lehren uns überall die Combinationen bestimmter werthvoller und daher genau unterschiedener Eigenthümlichkeiten als das Wesentliche bei den Bastardirungen kennen. Auf dem Gebiete der MENDEL'schen Bastarde dürfte dieser Schluss kaum noch einem Zweifel unterworfen sein. Die dihybriden und polyhybriden Kreuzungen leiten stets zu solchen neuen Verbindungen, wie die Versuche von MENDEL mit Erbsen, von RIMPAU mit Getreide und so viele andere lehren. Und der Umstand, dass man die Anzahl der möglichen constanten Verbindungen im Voraus berechnen kann, deutet doch wohl klar darauf hin, dass es sich wenigstens hier nicht um die Entstehung neuer Einheiten handelt.

Was die Gärtner variable Bastardrassen nennen (vergl. oben S. 87) sind Gruppen von mehr oder weniger constanten Typen, welche durch möglichst zahlreiche und möglichst abgewechselte Kreuzungen aus einer möglichst grossen Reihe ursprünglicher Arten, elementarer Arten und Varietäten erhalten worden sind. Wo immer die Aussicht auf eine Vermehrung der empfehlenswerthen Sorten auftaucht, werden sie dann wieder mit neuen Formen verbunden. Dadurch, dass der Blüthenstaub einer solchen, neu aus fernen Ländern eingeführten Pflanze auf wo möglich alle bereits vorhandenen Sorten gebracht, und somit die neue Eigenschaft, sei es auch nur eine einzige, mit allen cultivirten Typen der Gruppe verbunden wird, kann die Anzahl der augenblicklich vorhandenen Bastardtypen leicht verdoppelt werden. Allerdings wird diese äusserste Grenze nur selten erreicht, aber wohl nur deshalb, weil ja nicht alle möglichen Combinationen auch gerade so gute sind, dass man sie mit Vortheil in den Handel bringen könnte. Wir haben die Beispiele oben (S. 87) für *Gladiolus, Amaryllis, Canna* und *Viola* so ausführlich behandelt, dass ich darauf hier nicht weiter einzugehen brauche. Ich erinnere nur noch an die gefüllten Flieder (Bd. I, S. 130; Bd. II, S. 55, Fig. 13), die Cactus-Dahlien (Bd. I, S. 130) u. s. w.

Würden durch Kreuzung leicht neue Eigenschaften entstehen, so würde offenbar die Anzahl der erhältlichen Typen eine unbeschränkte sein. Dem ist aber gar nicht so, weder in der Praxis noch auch in wissenschaftlichen Versuchen. Es giebt vielleicht keine Bastardgruppe, welche an Formen reicher zu sein scheint als die Gattung *Mirabilis*. Und doch hebt LECOQ, der diese Gruppe wohl am gründlichsten studirt hat, zu wiederholten Malen hervor, dass es ihm auch bei stetiger Ausdehnung seiner Versuche nicht gelungen sei, mehr als eine ganz bestimmte, verhältnissmässig beschränkte Anzahl neuer

Formen zu erzielen. Er nennt zwanzig für die Varietäten von *M. Jalapa*, und vierzig für die ganze *Mirabilis*-Gruppe als die Grenzen, welche sich nicht überschreiten liessen.[1]

Hybridisirung ist vielfach als eine Quelle atavistischer Erscheinungen in Anspruch genommen worden. Im Grunde handelt es sich dabei nicht um etwas Neues, sondern entweder nur um Eigenschaften, welche in einer Reihe von Vorfahren latent, oder oft auch nur semilatent vorhanden waren, oder um die Combination einzelner, in verschiedenen Varietäten getrennt vorhandener Factoren einer alten, aber zusammengesetzten Eigenschaft. So haben wir gesehen, dass beim Löwenmaul, durch Kreuzung zweier bekannter constanter Gartenvarietäten, welche die Namen „*fleischfarbig*" und „*Delila*" führen, die ursprüngliche rothe Farbe der „Art" wieder hergestellt werden kann (S. 200). Und diese oben sogenannte hybridologische Synthese dürfte in zahlreichen Fällen die Erscheinungen des Atavismus erklären.[2]



Fig. 90. *Eupatorium cannabinum.* Stengelspitze mit einer Galle *g*. Oberhalb der Galle sind die Blätter bunt, unterhalb grün. Juni 1887.

Ich möchte diesen Paragraphen nicht abschliessen, ohne noch einmal darauf hinzuweisen, wie leicht man sich täuschen kann, wenn

[1] H. Lecoq, *De la fécondation indirecte des végétaux.* Bull. Soc. Bot. France. 1862. T. IX. S. 225 und 229.

[2] Für eine Uebersicht der entsprechenden Erscheinungen im Thierreich verweise ich auf J. Cosson Ewart's *Presidential Address* in der British Association, September 1901 (*Nature*, 1901 und *Revue Scientifique,* Nov. 1901). Absolut neue Charaktere entstehen auch bei Thieren durch Kreuzung nie.

man die Entstehung einer neuen Eigenschaft an einer Pflanze zu beobachten glaubt. Ich führe als Belege zwei Beispiele an.

Zwischen Rohr und Kolbenrohr, *Phragmites* und *Typha*, wächst unweit 's Graveland äusserst allgemein der Wasserdost, *Eupatorium cannabinum* (Fig. 90). In seinen Stengeln bildet eine kleine Federmotte (*Pterophorus microdactylus*?) Gallen, welche etwas über der Mitte des Stengels als kleine Anschwellungen auffallen. In ihnen findet man die Raupe. Diese Gallen sind am erwähnten Orte nicht allzu selten. Ich habe mehrfach, und namentlich im Sommer 1887 an vielen Exemplaren, beobachtet, dass oberhalb einer solchen Galle alle Blätter bunt waren, in den jüngsten Theilen oft in sehr hohem Grade.[1] Und da unterhalb der Gallen die Stengel völlig normal grün belaubt waren, lag es auf der Hand, die Galle als Ursache der Anomalie zu betrachten. Richtiger aber als Auslösung, denn das Bunt ist ja eine erbliche Erscheinung, welche häufig latent bleibt und durch äussere Einflüsse sehr leicht stark gefördert oder im hohen Grade beeinträchtigt werden kann (Bd. I, S. 597). Es war somit anzunehmen, dass das Vermögen, bunte Blätter hervorzubringen, in diesen Pflanzen latent vorhanden war, von dem Gallenreize aber in den activen Zustand übergeführt wurde. Und den Beweis lieferte der Umstand, dass es mir bei fleissigem Nachsuchen auch gelang, einzelne buntblätterige Exemplare des Wasserdostes, ohne Galle, in derselben Gegend aufzufinden.



Fig. 91. *Hieracium vulgatum*; *g* misslungene Galle von *Aulax hieracii*; *k* und *k'* zusammengesetzte Blüthenköpfchen oberhalb dieser Galle. Hilversum 1892.

Auch die Gallen von *Aulax hieracii* auf *Hieracium umbellatum*, *H. vulgatum* und anderen Arten, geben nicht selten Veranlassung zu Anomalien. Ich sehe hier ab von den bekannten Vergrünungen der Blüthen in den Fällen, wo die Galle im Blüthenboden des

[1] Vergl. auch Bd. I, S. 291 und 608.

Köpfchens liegt;[1] diese sind bei uns sehr allgemein und treten wohl stets auf, wenn die Lage der Galle dieses erwarten lässt. Die Anomalien, welche als seltene Erscheinungen auf den von dieser Galle befallenen Pflanzen von mir beobachtet wurden, sind die Verbänderung und die Verdoppelung der Köpfchen. Die Fasciation ist bei *Hieracium* bei uns selten; dass sie aber eine erbliche Erscheinung ist, weiss ich aus einer Cultur, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. G. von Lagerheim verdanke. Aus den mir gesandten Samen fasciirter, bei Stockholm gefundener Exemplare von *H. umbellatum* hatte ich in den Jahren 1901—1902 eine umfangreiche Cultur, in der sich die Anomalie in schöner Weise wiederholte. Wenn man also oberhalb einer Galle von *Aulax hieracii* eine Verbänderung sieht, während der untere Theil des Stengels normal ist, so liegt es auf der Hand, anzunehmen, dass ein latentes Vermögen vom Gallenreiz ausgelöst wurde. Diesen Fall beobachtete ich im Sommer 1888 unweit Loosdrecht an *H. vulgatum.* Auf derselben Gruppe von Pflanzen fand ich, oberhalb einiger Gallen, auch Blüthenköpfchen, auf denen die einzelnen Blüthen theilweise durch kleine Köpfchen ersetzt waren. Es waren ziemlich grosse, wohl ausgebildete Gallen, und in den von diesen getragenen Köpfchen fand ich bis 20 Theil-Inflorescenzen pro Capitulum. Dieselbe Erscheinung fand ich im Jahre 1892 unweit Hilversum; es waren zwei sehr stark zusammengesetzte Köpfchen oberhalb einer misslungenen Galle von *Aulax* (Fig. 91). Da diese Anomalie sonst bei den Compositen als erbliche Erscheinung bekannt ist, ist die Erklärung hier offenbar dieselbe wie die oben gegebene.[2]

II. Können durch Kreuzung constante Rassen entstehen?

§ 4. Constante Mendel'sche Bastardrassen.

Wenn auch durch Bastardirung keine neuen Artmerkmale entstehen können, so können doch andererseits zweifelsohne aus Bastarden neue Arten hervorgehen. Diesen Satz haben wir im ersten Bande

[1] M. Treub, *Sur l'aigrette des Composées.* Archives Néerl. d. Sc. exactes et nat. T. VIII. S. 13, Pl. I.

[2] Aehnliche Erscheinungen sind auch von Anderen beobachtet worden; vergl. namentlich Molliard, *Revue générale de botanique.* Vol. VII. p. 323.

(S. 461) bei der Unterscheidung der verschiedenen Modalitäten der Artbildung besprochen, ohne damals auf eine nähere Beweisführung eingehen zu können. Jetzt komme ich darauf zurück, nachdem wir in den vorhergehenden Abschnitten dieses Bandes eine lange Reihe von Thatsachen kennen gelernt haben, welche als ausreichende Beweise betrachtet werden dürfen. Ich habe diese nur übersichtlich zusammen zu stellen und daran die Beobachtungen zu knüpfen, welche von verschiedenen Forschern über constante Bastardrassen im Freien gemacht worden sind, um den endgültigen Beweis für den fraglichen Satz zu bringen.

Das Ziel der Befruchtung ist sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche die Verbindung von Eigenschaften, welche sich in verschiedenen Individuen entwickelt haben. Auf dem Gebiete der fluctuirenden Variabilität hat die normale Befruchtung die in entgegengesetzten Richtungen vom Mittel abweichenden ungleichnamigen Eigenschaften zu vereinigen. Nur in dieser Weise können Combinationen zu Stande kommen, welche auf dem einfachen Wege des Variirens nicht erreicht werden. „Le croisement est le moyen de briser la corrélation," sagt JOHANNSEN in seiner bahnbrechenden Untersuchung über die Möglichkeit einer Vereinigung entgegengesetzter, sich anscheinend ausschliessender Vorzüge bei der Gerste,[1] und es scheint mir, dass in diesem Satze das Wesen der Befruchtung weit klarer und schärfer ausgesprochen ist als von irgend einem anderen Schriftsteller.

Die Bedeutung der Befruchtung liegt vorwiegend, und im Freien wohl nahezu ausschliesslich in der Vereinigung der erblichen Eigenschaften von Individuen, welche ungleichen äusseren Bedingungen ausgesetzt waren. Unter diesen Einflüssen hat das eine diese, das andere jene Eigenschaft in einer für die Lebenslage günstigen Richtung entwickelt, und diese Vorzüge lassen sich nur durch die Befruchtung in ein und dasselbe Individuum zusammenbringen. Verdanken die Lebewesen ihre Ausbildung nicht allein der eigenen Entwickelung, sondern der gleichsinnigen Wirkung der äusseren Umstände auf einige oder mehrere Vorfahren, so ist der Vortheil der Kreuzung ein so auffallender, dass er sofort in die Augen springt. Dieser Punkt ist von DARWIN ausführlich und gründlich klargelegt worden, findet aber

[1] Stickstoffgehalt und Samengewicht, vergl. W. JOHANNSEN, *Sur la variabilité de l'orge considérée au point de vue spécial de la relation du poids des grains à leur teneur en matières azotiques.* Cps. rsd. trav. du Laboratoire de Carlsberg. IV, 4. S. 122—192. 1899. Vergl. S. 185.

seine volle Anwendung auch auf jene geringfügigen Unterschiede, welche von verschiedenen Individuen auf einem und demselben Standort erworben werden können.

Die sexuellen Verbindungen von verschiedenen Arten oder Varietäten haben im Grossen und Ganzen im Haushalt der Natur nur eine ganz untergeordnete Bedeutung. Wildwachsende Bastarde und namentlich im Freien beobachtete Bastardrassen sind verhältnissmässig sehr selten, wie wir in einem der nächsten Paragraphen ausführen werden. Um so wichtiger sind sie aber im Experiment.

In diesem lassen sich, auf dem Gebiete der MENDEL'schen Bastarde, neue constante Rassen stets und überall nach einem einfachen Gesetze darstellen. Nur die Monohybriden sind selbstverständlich ausgeschlossen, denn sie lassen keine anderen Combinationen zu, als die bereits in den Eltern vorhandenen. Sonst gilt überall die von MENDEL aufgestellte Regel, welche wir bereits oben angeführt haben (S. 189), dass constante Merkmale, welche an verschiedenen Formen einer Pflanzensippe vorkommen, auf dem Wege der Kreuzung in alle Verbindungen treten können, welche nach den Regeln der Combination möglich sind. Diese neuen Combinationen sind für die Dihybriden zwei an der Zahl, für die Trihybriden sechs u. s. w.

Im zweiten Abschnitt dieses Bandes habe ich ausgeführt, dass es vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich, die retrogressiven und die degressiven Merkmale sind, welche bei der Kreuzung mit ihren Antagonisten den MENDEL'schen Gesetzen folgen.[1] Solche können somit überall, wo sie gruppenweise auf getrennten Sorten vorkommen, nach den gegebenen Regeln durch Kreuzung in neue Combinationen gebracht werden. Und diese Combinationen sind, wie wir gesehen haben, in ihren Nachkommen constant, sobald sie einmal von den noch spaltungsfähigen Bastarden aus demselben Versuche isolirt worden sind.

MENDEL selbst hat in dieser Weise bei Erbsen die zwischen den von ihm gewählten Merkmalen möglichen constanten Verbindungen hervorgebracht. RIMPAU hat für Getreide dasselbe geleistet, und seine Beispiele haben wir S. 192 besprochen. *Lychnis vespertina glabra* × *L. diurna* gab eine constante Rasse mit rothen Blüthen

[1] Im Sprachgebrauch und im brieflichen Verkehr hat sich die Gewohnheit eingebürgert, diesen Ausdruck abzukürzen und einfach zu sagen, dass die betreffenden Merkmale „mendeln". Die von den Physikern eingeführten Ausdrücke Ohm, Watt u. s. w. lassen diesen Gebrauch wohl als berechtigt erscheinen.

und unbehaarten Blättern (S. 184). *Antirrhinum majus Delila* und *A. m. fleischfarbig* sind constante Varietäten, welche durch die Kreuzung *Roth* × *Weiss* gewonnen werden können. Ebenso erhielt ich von *Brunella vulgaris* eine constante Zwischenform mit braunen Kelchen und weissen Blüthen. *Papaver somniferum polycephalum Danebrog* wurde gleichfalls durch Kreuzung von *polycephalum* mit *Danebrog* gewonnen und erhielt sich seitdem constant. Endlich erwähne ich die *Oenothera rubrinervis nanella* als eine constante Mendel'sche Bastardrasse aus *O. rubrinervis* und *O. nanella* erhalten (S. 453). Weitere Beispiele aus unserem zweiten Abschnitt anzuführen wäre überflüssig, denn alle Forscher, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, sind hierüber völlig einig. Ich erinnere nur an die oben besprochenen Versuche von Correns, Tschermak, Webber, Bateson and Saunders, Johannsen und vielen Anderen.

§ 5. Die constanten Bastardrassen der unisexuellen Kreuzungen.

Wenn bei der geschlechtlichen Verbindung zweier Formen die Differenzpunkte nicht auf Antagonismus, sondern auf einem einseitigen Ueberschuss beruhen, so nennen wir die Kreuzung eine unisexuelle. Hier giebt es keine Merkmalspaare, wie auf dem Mendel-Gebiete, wo jedes Paar bei beiden Eltern aus derselben Eigenschaft besteht, welche aber in verschiedenen Zuständen in Bezug auf die Activität auftritt. Der active verbindet sich mit dem latenten, der semi-active mit dem semi-latenten nach den Mendel'schen Gesetzen. Wo aber in dem einen Elter eine Eigenschaft vorhanden ist, welche in dem anderen durchaus fehlt, können die Kinder die betreffenden Merkmale nur vom ersteren, also einseitig oder unisexuell ererben. Solche Fälle hat man nach unseren obigen phylogenetischen Erörterungen (S. 466) da, wo die eine Form durch progressive Mutation aus der anderen hervorgegangen ist, oder wo die beiden Formen in dieser Weise aus einem gemeinschaftlichen Vorfahren entstanden sind. Den ersteren Modus nannten wir die avunculären, den zweiten die collateralen Kreuzungen (S. 469).

Obgleich principiell von den Mendel'schen verschieden, führen solche Bastardirungen doch gleichfalls zu constanten Bastardrassen. Aber ihre Anzahl wird nicht von den Combinationsgesetzen bestimmt, ist im Gegentheil in der Regel eine viel geringere, auch bei einer bedeutenden Reihe von Differenzpunkten. Meist erhält man nur einen constanten Bastard, bisweilen zwei, selten mehrere. Zwei verschiedene

bekommt man namentlich dort, wo die reciproken Kreuzungen verschiedene Hybriden erzeugen (S. 471), aber auch in einigen anderen Fällen (*Digitalis, Hieracium* u. s. w.).

Im ersten Abschnitt haben wir in einem besonderen Paragraphen (S. 66) eine Reihe von constanten Bastardrassen angeführt, welche wohl wesentlich hierher gehören. Ich erinnere an *Geum intermedium, Medicago media, Veronica Andersonii,* die Orchideen, die Anemonen von Janczewski, und aus meiner eigenen Erfahrung an *Oenothera muricata* × *biennis.* Ferner an *O. biennis nanella* (S. 476) und andere constante Bastardrassen aus derselben Gattung. Auch viele Bastardvarietäten des Gartenbaues dürften hierher gehören, viele andere aber in Bezug auf einige Eigenschaften hierher und gleichzeitig in Bezug auf andere zu den Mendel'schen Hybriden.

§ 6. Constante wildwachsende Bastardrassen.

Ist die Zahl der experimentell erzeugten constanten Bastardrassen vorläufig auch noch eine sehr kleine, so genügt die Thatsache ihres Vorhandenseins doch als Grundlage für die Auffassung, dass auch im Freien hier und dort solche Rassen vorkommen können. Nur sind die Schwierigkeiten der Forschung und der Beweisführung hier weitaus grössere als im Versuchsgarten. Namentlich ist es nicht immer leicht, zwischen den primären Bastarden, d. h. der ersten Generation, und den constant gewordenen Bastardrassen andererseits zu unterscheiden; ebenso ist, dem Wesen der Sache nach, eine durch Mutation entstandene Zwischenform oft gar nicht von einer aus einer Kreuzung hervorgegangenen verschieden, wie solches namentlich bei der Betrachtung der Farbvarietäten unserer Gartenblumen klar in die Augen springt.

Klinge, der die Arten der Gattung *Orchis* und ihre zahlreichen Zwischenformen einer gründlichen monographischen Behandlung unterzogen hat, spricht sich hierüber folgendermaassen aus: „Dass es eine Menge Combinationen von vorübergehenden hybriden Erscheinungen zwischen den Erstlingen von zwei Arten, den primären Bastarten, und zwischen den constant gewordenen polyphyletischen (d. h. hybriden) Rassen giebt, nehmen wir an, wissen aber darüber nichts Genaues. Gewisse Erscheinungen, welche wir mit den Begriffen, wie gleitende Reihen, Rückkreuzungen, Weiter- oder Vorwärtskreuzungen, hybride Mittel-, Zwischen- und Uebergangsformen belegen, treten nur in ihrem Vorhandensein thatsächlich vor die Augen, doch welche

O. Lamarckiana — *O. lata*, *O. nanella* — *O. hirtella mit Pergaminbeuteln* — *O. gigas* — *O. scintillans* — *O. Lamarckiana* — *O. rubrinervis*

Eine Cultur von Oenotheren im Versuchsgarten unter Drahtgitter.

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig





Dipsacus sylvestris torsus mit Atavisten.

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.



genealogische Beziehungen zwischen allen diesen Erscheinungen obwalten, ist noch in Dunkel gehüllt."[1]

Als grundlegend ist in solchen Fällen stets das Experiment zu betrachten. Daher stelle ich hier in den Vordergrund die Uebersicht, welche Focke in seinem Werke *„Pflanzenmischlinge"* (S. 465—468) von den Hybriden, welche sowohl künstlich erzeugt als auch spontan beobachtet worden sind, gegeben hat. In dieser Liste sind zu gleicher Zeit in mehreren Fällen die Namen der Beobachter angeführt, welche sich von der Identität der natürlichen und der künstlichen Mischlinge überzeugt haben. Sie umfasst etwa 90 Hybriden aus 40 Gattungen. In einer anderen Reihe von Fällen ist die Hybridnatur nicht unmittelbar bewiesen, aber doch mehr oder weniger wahrscheinlich. Focke macht davon etwa 70—80 namhaft (S. 507) mit der Bemerkung, dass die Frage nach dem hybriden Ursprung hier näher erwogen zu werden verdient.

Solms-Laubach hat in seiner monographischen Behandlung der Tulpen gezeigt, welchen grossen Einfluss die Kreuzungen im Freien auf die überaus reiche Artbildung in dieser Gattung gehabt haben müssen.[2] Ebenso spielt die Kreuzung nach Focke in der Gattung *Rubus*,[3] nach Malinvaud bei den Menthen,[4] nach Rosen bei *Draba*,[5] nach von Wettstein in *Sempervivum*, in *Euphrasia* und in zahlreichen anderen Gruppen eine wichtige Rolle.[6]

In historischer Beziehung knüpft die Lehre von der Entstehung von Arten im Freien aus Bastarden an die späteren Lebensjahre Linné's und an die Periode der Transmutationisten an (oben S. 485 und Bd. I, S. 12). Diese betrachteten die Gattungen als erschaffen, die Arten als auf natürlichem Wege aus ihnen entstanden. Die Differenzirung dachte man sich dabei durch Neubildung von Eigenschaften erzielt, aber durch die Combination der einzelnen so erreichten Eigenthümlichkeiten liess sich der Formenreichthum offenbar sehr wesentlich vermehren, und so nahm man an, dass wenigstens

[1] J. Klinge, *Die homo- und polyphyletischen Formenkreise der Dachylorchis-Arten.* Acta Horti Petropolitani. Vol. XVII. Fasc. II, No. 6. 1899. S. 33. Ueber die Constanz solcher Formen vergl. namentlich S. 29.

[2] H. Solms-Laubach, *Weizen und Tulpen und deren Geschichte.* 1899.

[3] W. O. Focke, *Synopsis ruborum Germaniae.* Bremen, 1877. S. 56.

[4] E. Malinvaud, *Classification des espèces et hybrides du genre Mentha.* Cps. rs. Congrès de soc. sav. 1898.

[5] F. Rosen, *Bot. Zeitung.* 1889. S. 613.

[6] R. von Wettstein, *Die Neubildung von Formen im Pflanzenreich.* Ber. d. d. bot. Ges. 1900. Bd. XVIII. Generalversammlungsheft S. 190, wo auch die übrige Literatur zusammengestellt worden ist.

in den artenreichen Gattungen ein Theil der Sorten durch Bastardirung gebildet sein könnte. Bekanntlich war W. Herbert einer der eifrigsten Vertheidiger dieser Lehre, welche sich, trotz der von Gärtner und Anderen erhobenen Einwände und trotz der im Laufe der Zeiten eingetretenen Veränderungen in den theoretischen Anschauungen, bis jetzt erhalten hat.

Allerdings muss man sich vor Uebertreibung hüten. Es handelt sich gar nicht darum, ob ein wesentlicher Theil der jetzt lebenden Arten, etwa die Hälfte oder ein Drittel, durch Kreuzung anderer Arten entstanden sein kann, wie einige populäre Schriftsteller wohl gemeint haben. Nicht eine wildwachsende Art auf hundert oder tausend kann als beglaubigtes Beispiel angeführt werden, aber dennoch giebt es solche. Und die neueren Studien von Kerner von Marilaun, von Wettstein und Anderen haben hier eine volle und endgültige Entscheidung gebracht.

Am weitesten hat wohl, von den neueren Schriftstellern, Regel die fragliche Ansicht übertrieben. Er behauptete, dass in den meisten Gattungen, und namentlich in den artenreichen Gruppen der Weiden, der Rosen u. s. w. die Annahme von je zwei oder drei ursprünglichen Arten genüge, und dass durch deren Kreuzung eine Variabilität eingetreten sein könne, welche ausreiche, um den ganzen Reichthum an Formen zu erklären. Naudin erachtete diese Ansicht als gar nicht unwahrscheinlich, obgleich er in seinen eigenen Experimenten keine Stützen für sie fand.[1] Auch in der Gattung *Hieracium* haben hervorragende Forscher der Kreuzung einen grossen Einfluss auf die Neubildung zugeschrieben[2], während auf der anderen Seite Fries ihre Existenz überhaupt in Abrede zog. In floristischen Werken sind gar häufig Zwischenformen ohne nähere Untersuchung ihrer Herkunft als Bastarde behandelt worden, doch haben auch hier Schriftsteller von anerkannter Autorität, wie Flahault und Gillot ihre Stimme gegen dieses Verfahren erhoben.[3] Peter bezeichnet solche

---

[1] Naudin a. a. O. S. 156.

[2] Vergl. Mendel, *Ueber aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium-Bastarde.* Ostwald's *Klassiker,* Nr. 121, S. 49 und *Verhandl. d. naturf. Vereins Brünn.* Bd. VIII. Heft I. 1869. S. 27—28.

[3] Ch. Flahault, *Hybrides et métis*, Ann. Soc. Hortic. de l'Hérault 1899, S. 111, äussert sich sehr stark gegen die Methode, undeutliche Exemplare wildwachsender Formen ohne Weiteres als Bastarde zu bezeichnen und X. Gillot, *Les menthes hybrides*, Bull. Association Française de Bot. Févr. 1900, S. 2, sagt: „Il faut envisager avec prudence la question des hybrides produits spontanément dans la nature. Les plantes s'y hybrident plus difficilement que dans les jardins; les produits sont très différents, dissemblables, et souvent difficiles à interpréter."

Formen als „Bastarde ohne Belege",[1] und ABBADO hat neuerdings in einer gründlichen Kritik eine Reihe von einschlägigen Fällen erörtert.[2]

Ueberblickt man die im ersten Abschnitt dieses Bandes vorgeführten Thatsachen, so sieht man sofort, dass die Aussicht auf die Entstehung von Bastardrassen in der Natur eine sehr geringe ist. Viele Hybriden sind unfruchtbar oder bilden doch mit ihrem eigenen Blüthenstaub viel zu wenig Samen, um sich zu erhalten. Andere werden von dem Pollen ihrer Stammeltern, mit denen sie ja anfangs selbstverständlich zusammen wachsen, so viel leichter befruchtet, dass sie früher oder später von diesen wieder ganz assimilirt werden müssen. So dürften z. B. in der Gattung *Oxalis* nach HILDEBRAND zwar einige als Species beschriebene Gartensorten durch Kreuzung entstanden sein, aber keine wildwachsende Arten.[3] Einige künstlich erzeugte constante Bastardrassen würden durch die genannte Ursache im Freien gewiss bald zu Grunde gehen, und werden denn auch, obgleich sie leicht entstehen, doch nur äusserst selten beobachtet, wie die *Oenothera muricata* + *biennis*. Für wieder andere ist die Combination der elterlichen Eigenschaften ungünstig, wie z. B. bei *Aegilops speltaeformis*, welche nur bei künstlicher Aussaat zu keimen vermag.

Unfruchtbare oder sonst ungünstig ausgestattete Bastarde können sich häufig im Freien durch eine kürzere oder längere Reihe von Jahren behaupten, wenn es sich um perennirende oder holzige Arten handelt. So z. B. die *Hieracien* und die Weiden; von den letzteren scheint es sehr fraglich zu sein, ob sich ihre Hybriden in der freien Natur je als solche fortpflanzen. Im Wiener Botanischen Garten werden eine ganze Reihe solcher im Freien aufgefundener Hybriden aus den verschiedensten Gattungen durch vegetative Vermehrung cultivirt.[4]

Eine andere Frage ist offenbar die, ob unfruchtbare Bastarde an gewissen Fundorten fast jährlich gefunden werden können, indem sie immer von Neuem durch die Stammarten erzeugt werden. Solches scheint namentlich in der Gattung *Cirsium* nicht selten vorzukommen. Doch hat PETER durch einige Zahlen gezeigt, dass man sich auch

[1] A. PETER in ENGLER's *Jahrb.* V, a. a. O. S. 203.

[2] M. ABBADO, *L'ibridismo*, a. a. O. S. 49 ff.

[3] F. HILDEBRAND, *Jenaische Zeitschrift.* 1889. S. 546.

[4] Eine Aufzählung dieser Mischlinge gab A. JENČIČ in der *Oesterr. botan. Zeitschrift.* Jahrg. 1900. Nr. 1—3. Durch die Güte des Herrn Prof. VON WETTSTEIN konnte ich einige von ihnen im verflossenen Jahre auch im hiesigen Botanischen Garten cultiviren und beobachten.

hier sehr leicht durch Ueberschätzung täuschen lässt:[1] „Bastarde sind offenbar viel seltener, als man glaubt. Unter den denkbar günstigsten Verhältnissen haben sich im Münchener Botanischen Garten von über 2000 cultivirten Piloselloidensätzen nur etwa 70 hybride Verbindungen gebildet, also kaum 3·5 % jener Anzahl. Und doch stehen im Garten die verschiedensten Sippen von den verschiedensten Standorten nahe beisammen, so dass die Gelegenheit zur Kreuzung eine ganz ungleich günstigere genannt werden muss als im Freien. Daraus geht hervor, wie wenige Bastarde wildwachsend gefunden werden können."

Vom theoretischen Gesichtspunkte aus haben wir zunächst, wie stets, zwischen den constanten und den spaltbaren Bastardeigenschaften zu unterscheiden. Beide können zu unabänderlichen Bastardrassen führen. Die constanten liefern in der Regel nur eine Zwischenform, die spaltungsfähigen können so viele neue Typen geben als überhaupt Combinationen zwischen den elementaren Differenzpunkten der Eltern möglich sind, wie solches bereits von MENDEL gelehrt wurde. Die ersteren bilden sofort, die letzteren nach Ablauf der Spaltungen unabänderliche Sorten.[2] Diese Spaltungen können aber nur während einer beschränkten Reihe von Generationen anhalten, denn da die constanten Typen sich rein fortpflanzen, die jedesmal entstehenden Bastarde aber wieder zum Theil constant bleibende Individuen hervorbringen, muss offenbar der Procentsatz der Hybriden in jeder Generation sehr merklich abnehmen, bis sie schliesslich völlig verschwinden.[3]

GÄRTNER meint, dass die constanten Bastardrassen sich vielleicht während einiger Generationen erhalten können, dass aber ihre Fruchtbarkeit dabei allmählich abnehme, bis sie endlich völlig unfähig würden sich fortzupflanzen.[4] Auch WICHURA und Andere haben sich dieser Meinung angeschlossen.[5] Dagegen haben NÄGELI und DARWIN auf die besonderen Einrichtungen der GÄRTNER'schen Versuche hingewiesen, welche durch Cultur in Töpfen, also bei sehr beschränkter Ernährung, und durch Inzucht im Laufe der Generationen eine Abnahme der jährlichen Ernte herbeiführen konnten.[6] Die angeführte

[1] A. PETER a. a. O. S. 240.

[2] Vergl. auch KÖRNICKE, *Ueber Varietätenbildung im Pflanzenreich.* Verh. d. naturhist. Vereins d. pr. Rheinlande. 47 Jahrg. 1890. Bonn. S. 14—20.

[3] Vergl. die Berechnung bei MENDEL a. a. O. S. 17, und die auf dasselbe Ziel auslaufende Theorie DELBOEUF's für die Mutabilität; Bd. I, S. 147.

[4] GÄRTNER a. a. O. S. 162, 233, 517, 551 u. s. w. Vergl. auch die ältere Literatur bei demselben Autor S. 587.

[5] MAX WICHURA a. a. O. S. 38.

[6] NÄGELI, *Sitzungsber. d. k. bayr. Acad. d. Wiss.* 15. Dec. 1865. S. 412. DARWIN, *Origin of Species* und *Forms of flowers.*

Behauptung Gärtner's ist somit sehr wesentlich einzuschränken und schliesst die Existenz seltener aus Bastarden entstandener wildwachsender Arten gewiss nicht aus.

Das Vorkommen solcher wurde wiederholt nachgewiesen.[1] Eine Uebersicht darüber hat R. Allen Rolfe in einer Darstellung gegeben, in der er die systematische Bedeutung der im Freien aufgefundenen und als Bastarde beschriebenen Formen einer ausführlichen Kritik unterzieht.[2]

An diese Erörterungen schliesse ich jetzt eine kurze Uebersicht über die von Kerner angeführten Thatsachen an, welche uns eine Reihe von durch Kreuzung anderer Arten entstandenen wildwachsenden Species kennen lehren. Ihr hybrider Ursprung ist in einer ausreichenden Anzahl von Fällen durch Versuche erwiesen worden, indem man durch künstliche Verbindung der vermuthlichen Stammformen den Bastard von Neuem erzeugte.

Kerner's Sätze wurden zuerst in einem kleinen Aufsatze, dann aber namentlich in seinem vielgelesenen Buche *„Das Pflanzenleben“* veröffentlicht. Sie haben ohne Zweifel mehr als irgend eine andere Mittheilung dazu beigetragen, die Ansichten zu klären, Uebertreibung aufzuheben und die wirklichen Thatsachen zur Anerkennung zu bringen.[3]

In jenem kleinen Aufsatze führt Kerner als wildwachsende Bastarde, welche stellenweise sehr häufig angetroffen werden und sich durch Aussamung fort und fort vermehren und verbreiten, z. B. die folgenden an: *Asplenium germanicum* Weis. (*Ruta muraria* + *septentrionale*), *Corydalis pumila* Host. (*intermedia* + *solida*), *Hieracium brachiatum* Bert. (*Pilosella* + *praealtum*), *Marrubium remotum* (*peregrinum* + *vulgare*), *Potentilla collina* Koch (*argentea* + *verna*). In der Umgebung von Sterzing in den tiroler Centralalpen wächst *Salix Ehrhartiana*, ein auch künstlich erzeugter Bastard, in zahlreichen Exemplaren zwischen den Eltern *S. alba* und *S. pentandra*. Ebenso in Nieder-Oesterreich *Salix cuspidata* Schultz (*S. fragilis* + *pentandra*), der gleichfalls auch künstlich erhalten wurde. Auf den Torfmooren in der Umgebung des Schwarzseees bei Kitzbüchel kommt der Bastard

---

[1] Vergl. Focke, *Die Pflanzenmischlinge*, S. 459—468 und von demselben: *Die Culturvarietäten der Pflanzen.* Nat.-Ver. Bremen. 1887. S. 447—468.

[2] R. A. Rolfe, *Hybridisation viewed from the standpoint of systematic botany.* Journ. Roy. Hort. Soc. April 1900. S. 181.

[3] A. Kerner von Marilaun, *Können aus Bastarden Arten werden?* Oesterr. botan. Zeitschr, XXI, Nr. 2, 1871, S. 1—10, und *Das Pflanzenleben.* 1891. Bd. II. S. 547—582.

Drosera obovata M. u. KOCH thatsächlich häufiger vor als seine beiden Eltern *D. anglica* und *D. rotundifolia*. *Linaria italica Trev.* (*L. genistifolia* + *L. vulgaris*) hat sich nicht nur im gemeinschaftlichen Gebiete der Stammformen verbreitet, sondern von dort aus auch in Südtirol, wo *L. genistifolia* fehlt. Ebenso findet sich in der Wiener Gegend *Hypericum commutatum* NOLTE, ein Bastard von *H. perforatum* und *H. quadrangulare* auch dort, wo die letztere Art fehlt. *Primula variabilis* ist in Frankreich, Oesterreich und verschiedenen anderen Ländern Europa's stellenweise sehr häufig, auch an Stellen, wo nur eine der beiden Stammformen, *P. officinalis* und *P. grandiflora*, vorkommt.

Der bekannteste unter diesen wildwachsenden Mischlingen ist wohl *Rhododendron intermedium*, eine Mittelbildung zwischen den beiden Alpenröschen *R. ferrugineum* und *R. hirsutum*. Diese beiden Arten wachsen je nach dem vorwiegenden Kalk- bezw. Kieselgehalt des Bodens meist in verschiedenen Alpenthälern getrennt; wo aber die beiden Bodenarten in demselben Thale oder auf demselben Abhange gemischt vorkommen, findet man sie häufig so dicht neben einander, dass Kreuzungen durch Insecten möglich sind. An solchen Stellen tritt das *R. intermedium* auf, bisweilen sogar häufiger als die Stammarten, in einzelnen Fällen, z. B. am Burgstall im Stubaithale, diese ganz verdrängend. Es trägt keimfähige Samen, durch welche es sich unverändert fortpflanzt. Auf trockenen Wiesen südlich von Wien wächst *Salvia sylvestris* allenthalben; als ihre Eltern wurden *S. nemorosa* und *S. pratensis* ermittelt, welchen sie im Grade der Fruchtbarkeit nahezu völlig gleichkommt. *Nuphar intermedium* (*N. luteum* + *N. pumilum*) findet man in den Seeen des Schwarzwaldes und der Vogesen, zerstreut durch das nördliche Deutschland und mit zunehmender Häufigkeit im mittleren und nördlichen Russland und in Schweden. An manchen Orten kommt es ohne seine Stammeltern vor. Man hat die Kreuzung künstlich wiederholt; die so erhaltenen Hybriden zeigten sich aber weniger fruchtbar als die spontanen. *Epilobium scaturigerum* (*E. alsinefolium* + *palustre*) wächst im Riesengebirge, *Brunella hybrida* (*B. laciniata* + *vulgaris*) in der Wiener Gegend.

Die angeführten Beispiele beziehen sich auf Sträucher und perennirende Pflanzen, welche also nicht ausschliesslich auf Vermehrung durch Samen angewiesen sind, sondern sich auch sonst im Laufe der Jahre erhalten können. Sie schliessen sich dadurch an die oben besprochenen sterilen Bastarde an. Aber gerade ihre Fruchtbarkeit, und die Fähigkeit ihre Eigenschaften unverändert auf die Nachkommen zu übertragen, stempelt sie zu neuen Arten.

§ 7. Neue Arten entstehen als Bastarde.

In einer Mutationsperiode müssen nothwendiger Weise vielfache Kreuzungen zwischen den neuen Arten und ihrer Mutterart stattfinden, und man würde leicht zu der Ansicht gelangen, dass diese die Differenzen ausgleichen und somit früher oder später das Verschwinden der neuen Typen bewirken würden. Es soll deshalb hier meine Aufgabe sein, zu zeigen, dass diese Befürchtung ohne Grund ist, und dass gerade im Gegentheil die Kreuzungen zur Erhaltung und zur Vermehrung der neuen Formen beitragen können.

Wir knüpfen bei diesen Erörterungen selbstverständlich an unsere *Oenothera Lamarckiana* und an ihre Abkömmlinge an. Neue Arten entstehen hier theilweise durch progressive, theilweise durch retrogressive Evolution (Bd. I, S. 460). Als Beispiel der letzteren soll uns hier die *O. brevistylis* gelten (Bd. I, S. 223, und oben S. 429), sie unterscheidet sich von der Stammform durch den theilweisen Verlust des unterständigen Fruchtknotens, und wir nehmen also an, dass eine der elementaren Eigenschaften, welche zusammen die normale Ausbildung des Fruchtknotens der *Oenotheren* bedingen, hier latent geworden ist. Als Beispiel der ersteren können wir die *O. Gigas*, oder die *O. rubrinervis* wählen. Für die Entstehung dieser Formen haben wir eine Prämutation angenommen (Bd. I, S. 352), d. h. wir sind zu dem Schlusse gelangt, dass die Fähigkeit, die einzelnen neuen Formen hervorzubringen, in der Mutterart als Anlage vorhanden sein muss. Der Uebergang dieser inactiven Anlage in den activen Zustand bewirkt dann die einzelnen Mutationen; die Anlagen selbst wurden wegen des regelmässigen Eintretens dieser Uebergänge als mutabel bezeichnet.

Um zu erfahren, welchen Einfluss die Kreuzungen mit der Mutterart in einer solchen Mutationsperiode haben können, habe ich diese Bastardirungen künstlich vorgenommen und möglichst ausführlich verfolgt. Die Ergebnisse sind oben für *O. brevistylis* in § 11 (S. 435—443), für die übrigen aber in § 5 desselben Abschnittes (S. 418), als Kreuzungen innerhalb einer Mutationsperiode beschrieben worden. Sie ergaben, dass *O. brevistylis* den Mendel'schen Gesetzen folgt, dass die anderen neuen Arten sich nach anderen Regeln kreuzen, indem sie mit *O. Lamarckiana* nicht eine einförmige, sondern eine zweiförmige Nachkommenschaft geben. Die beiden Formen dieser Bastarde entsprechen genau den Typen der beiden Eltern. Jeder Bastardtypus erhält sich dann bei Selbstbefruchtung in seinen Nachkommen constant, abgesehen von der erblichen Fähigkeit zu mutiren.

Wir wenden nun diese Erfahrungen auf einen idealen Fall einer

Mutationsperiode an, und nehmen an, dass die neuen Oenotheren im Freien ebenso leicht zur Blüthe und zur Fruchtbildung gelangen könnten als im Garten, oder dass sie im Garten ihrem eigenen Schicksal und der freien Bestäubung durch Insecten überlassen würden.

Um aber die eintretenden Möglichkeiten vom Grunde herauf zu behandeln, fangen wir damit an, etwas genauer zuzusehen, wann eine Mutation eigentlich zu Stande kommt. Offenbar ist im Samen die Entscheidung schon getroffen, und muss der Uebergang der fraglichen Eigenschaft aus dem mutablen in den activen Zustand entweder im Momente der Befruchtung oder bereits vorher stattgefunden haben. Im letzteren Falle sind die Pollenkörner und die Eizellen bereits als mutirt zu betrachten. Für jetzt genügt uns diese Annahme, und können wir auf weitere Betrachtungen verzichten.[1] Wenn wir aber die Mutation auf einen Zeitpunkt vor der Befruchtung verlegen, so können wir die Frage behandeln, was im Augenblicke der Befruchtung zu erwarten ist.

Die sichtbaren Mutationen sind seltene, eins pro Hundert oder eins pro Tausend oder noch weniger Individuen umwandelnd. Es müssen somit auch die auf der *O. Lamarckiana* mutirten Pollenkörner und Eizellen seltene sein. Damit wird aber die Aussicht, dass zwei solche zusammentreffen werden, noch viel seltener, offenbar so selten, dass sie fast nie eintreffen wird, oder dass wenigstens ihre Folgen sich der Beobachtung entziehen werden. Weitaus die meisten mutirten Sexualzellen werden sich bei der Befruchtung mit nicht mutirten verbinden, und die Produkte werden, trotzdem sie nur von der *O. Lamarckiana* abstammen, dennoch in dieser Hinsicht Bastarde sein. Solche Bastarde muss es aber offenbar in jeder Generation etwa ebenso viele geben können, als überhaupt Sexualzellen mutirt werden.

J e d e s i c h t b a r e M u t a t i o n m u s s i n u n s e r e m B e i s p i e l e s o m i t a l s B a s t a r d z w i s c h e n e i n e r m u t i r t e n u n d e i n e r n i c h t - m u t i r t e n S e x u a l z e l l e e n t s t a n d e n s e i n, wenn wir von dem seltenen Zusammentreffen zweier mutirter Zellen absehen. Wir nehmen nun an, dass die Ergebnisse unserer Kreuzungsversuche auch für diese primär mutirten Sexualzellen gelten, eine Annahme, welche wohl selbstverständlich, aber auch unerlässlich ist, weil jene Zellen sich ja der directen Untersuchung entziehen. Ihre Berechtigung findet sie ferner darin, dass sie uns eine einfache Vorstellung über den ganzen Vorgang zu machen gestattet. Es werden nach jener Annahme für

[1] Vergl. hierüber den letzten Abschnitt § 8 (Vegetative Mutationen).

O. lata und *O. nanella* also im Mittel etwa ein Viertel der mutirten Sexualzellen bei der Befruchtung zu einer sichtbaren Mutation führen, während die übrigen ohne merklichen Erfolg aufgenommen, man möchte fast sagen, von ihren Gatten assimilirt werden.

Aber wenn nur ein Viertel der mutirten Pollenkörner und Eizellen zu wirklichen Mutationen führt, so reicht solches offenbar völlig aus. Dieser Verlust verschwindet völlig gegenüber dem weit grösseren jährlichen Verluste an überflüssigem Blüthenstaub. Die Anzahl der sichtbaren Mutationen wird im einen Fall wie im anderen von der Anzahl der inneren Umwandlungsvorgänge bestimmt; diese letzteren aber entziehen sich vorläufig unserem Studium. Hauptsache ist, dass Bastardirungen beim Mutiren zwar unumgänglich sind, dass sie aber den Vorgang selbst nicht beeinträchtigen.

Jede Mutante ist also ein Bastard, ihre Nachkommen, d. h. die neue Art, können also als Bastardrasse bezeichnet werden. Damit stimmt überein, dass die durch künstliche Kreuzung von *O. nanella* mit *O. Lamarckiana* erhaltenen Exemplare von *O. nanella* bei Selbstbefruchtung sich ebenso samenbeständig und samenrein zeigen, wie die unmittelbar durch Mutation entstandenen Individuen. Und ferner, dass es bei Kreuzungsversuchen ganz gleichgültig ist, ob man dazu die Mutanten selbst, oder ihre Nachkommen in erster oder in späterer Generation wählt.

Ebenso wie die *O. nanella* verhalten sich die meisten übrigen Arten. Eine besondere Besprechung verdient aber die *O. lata,* welche nur weiblich vorkommt, und also nur durch Kreuzung fortgepflanzt werden kann. Diese Art besteht also nur aus Bastardindividuen. Dennoch erhält sie sich unverändert,[1] und giebt sie bei Kreuzungen stets dieselben Ergebnisse wie die durch Selbstbefruchtung gereinigte *O. nanella.* Ich habe in dem betreffenden Kapitel (S. 407) diese Uebereinstimmung so weit wie irgend möglich untersucht, aber bis jetzt keine Abweichungen gefunden. Er scheint also auf diesem Gebiete der Mutationskreuzungen ganz gleichgültig zu sein, ob die künstlich zu verbindenden Individuen reiner Abstammung sind oder nicht. Und vielleicht wird es später gelingen, manche Eigenthümlichkeiten ihrer Bastardirungen aus ihrem unvermeidlichen Ursprunge als Bastarde zu erklären.

Es erübrigt uns jetzt noch zu untersuchen, wie sich die *O. brevistylis* auf dem Felde verhalten wird. Dass sie sich dort seit ihrer

[1] Ebenso im Freien, auf dem ursprünglichen Fundort, wo ich sie im September 1902 noch blühend beobachtete.

Entstehung, also jedenfalls während mehr als zehn Jahre, erhalten hat, haben wir früher gesehen (Bd. I, S. 224). Sie bildet aber so winzige Früchtchen aus, dass sie im Freien wohl niemals sich durch ihre eigenen Samen wird fortpflanzen können. Aber aus ihren Bastarden kann sie jährlich zu einem Viertel aller Individuen entstehen.

Nehmen wir nun an, es sei zum ersten Male auf *O. Lamarckiana* ein einziges Pollenkorn oder eine einzige Eizelle zu *O. brevistylis* mutirt worden, und diese Zelle gelange durch Copulation mit einer normalen zur Hervorbringung eines neuen Individuums. Dieses wird ein Bastard sein, alle äusseren Eigenschaften der *O. Lamarckiana* besitzen, und also im Kampf ums Dasein die gleiche Aussicht haben wie alle übrigen Exemplare des Feldes. Wenn es blüht, wird es theilweise mit fremdem Pollen, theilweise mit dem eigenen befruchtet werden. Die in ersterer Weise entstandenen Samen werden zur Hälfte zu Bastarden, zur anderen Hälfte zu reinen *O. Lamarckiana*. Die übrigen Samen werden zu einem Viertel *Lamarckiana*, zur Hälfte Bastarde und zum letzten Viertel *O. brevistylis* sein. Im zweiten Jahre wird somit die bis dahin latente *Brevistylis*-Eigenschaft aller Wahrscheinlichkeit nach in einigen Individuen sichtbar werden. Und daneben wird es etwas zahlreichere Bastarde geben, welche man allerdings nicht von echten *O. Lamarckiana* wird unterscheiden können, welche aber dennoch in der nächsten Generation wiederum kurzgriffelige Individuen hervorbringen werden. Und so leuchtet es ein, wie sich die *O. brevistylis* im Freien neben der *Lamarckiana* erhalten kann.

Die *O. brevistylis* ist fast völlig eingeschlechtlich, ein Umstand, der die Beweiskraft unseres Beispieles erhöht, für die Pflanze selbst aber auf die Dauer vernichtend sein muss. Dennoch hat sie sich seit 1886, in welchem Jahre ich sie zum ersten Male beobachtete, bis jetzt auf dem ursprünglichen Standort, den vielen Tausenden Exemplaren von *O. Lamarckiana* gegenüber behauptet, und jedes Jahr sah ich sie dort in einigen, wenn auch meist nur wenigen Exemplaren. Auch im Sommer 1902 blühte sie noch reichlich. Und solches, trotzdem sie, soweit die Erfahrung reicht, von der *O. Lamarckiana* nicht mehr auf dem Wege der Mutation hervorgebracht wird.

Uebertragen wir diese Auseinandersetzung auf eine fruchtbare Art, so sieht man leicht ein, dass die Aussichten für eine solche, sich neben der Mutterart zu behaupten, ungleich günstigere sind. Denn neben den Bastardsamen, welche sie auf den übrigen Individuen erzeugt, trägt sie auch selber Samen, welche zwar theilweise gekreuzt,

zum Theil aber auch rein befruchtet sein können. Sie tritt also bald mit einer wesentlich grösseren Individuenzahl in den Kampf um's Dasein ein. Dieser Vorzug kann so bedeutend sein, dass sogar auffallend schwache Arten, wie die *Oenothera laevifolia* sich längere Zeit neben der Mutterart behaupten. Diese Form, welche in meinen Culturen nie durch Mutation entstand, fand ich zuerst 1887 in blühenden zweijährigen Individuen, und zuletzt im verflossenen Sommer (September 1902) theils blühend, theils als Rosetten, aber stets nur in einigen wenigen Exemplaren. Neue Arten, welche gleich kräftig oder sogar kräftiger wären als die Mutterart, würden unter solchen Bedingungen, auch wenn sie anfänglich in ganz vereinzelten Individuen aufgetreten wären, offenbar eine sehr gute Aussicht haben, sich zu vermehren und am Schlusse vielleicht die Mutterart zu überwinden.

Beim Auftreten neuer Arten spielen die Kreuzungen somit keineswegs immer eine ungünstige Rolle, sondern können sie gerade im Gegentheil das ihrige zu einer raschen Vermehrung der Individuenzahl beitragen. Und dieses gilt, nach den gegebenen theoretischen Erörterungen sowohl als nach den directen Beobachtungen auf dem Standorte der *Oenothera*, für die beiden Formen von Kreuzungen, welche hier in Betracht kommen, für die Mutationskreuzungen und die MENDEL'schen Bastardirungen.

Ich befinde mich hier offenbar in Widerspruch mit der herrschenden Meinung, welche, von speculativen Betrachtungen ausgehend, in der Isolirung neu entstehender Formen eine prinzipiell wichtige, in den meisten Fällen unerlässliche Bedingung für ihren Erfolg erblickt. Diese Ansicht ist wohl am klarsten und am ausführlichsten von MORITZ WAGNER in seiner Migrationstheorie ausgearbeitet worden,[1] und obgleich sie offenbar in ihren wesentlichsten Momenten nicht haltbar ist und namentlich in VON WETTSTEIN einen begabten Gegner gefunden hat,[2] so hat sie sich doch während langer Zeit einer sehr allgemeinen Anerkennung erfreut, und findet auch jetzt noch Anhänger.[3]

Auch ist an dieser Stelle die von vielen Forschern und in geistvoller Weise namentlich von PLATE vertheidigte Ansicht der Noth-

[1] M. WAGNER, *Die DARWIN'che Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen,* 1868. — *Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung.* Gesammelte Aufsätze, 1889.

[2] R. VON WETTSTEIN, *Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik.* Jena, 1898. S. 39.

[3] MAX KASSOWITZ. *Allgemeine Biologie.* Bd. II. 1899. S. 248.

wendigkeit der Plural-Variationen für die natürliche Auslese im Kampf ums Dasein zu erwähnen.[1] Nach PLATE vermag die natürliche Selection nur auf solche Variationen einzuwirken, welche Plural-Variationen sind, d. h. welche nicht in einem eizelnen Individuum (Singular-Variation) sondern gleichzeitig oder nach einander in mehreren entstehen. Die Aussicht einer Anomalie, um sich im Laufe der Generationen zu erhalten, sei im ersteren Falle eine gar zu kleine, denn „alle nur bei einigen wenigen Individuen auftretenden Variationen werden durch Kreuzung wieder vernichtet".[2] Dieser bekannte Ausspruch ruht aber offenbar nur auf den älteren, grade in diesem Punkte sehr unklaren und sehr unvollständigen Erfahrungen der Bastardlehre, während die neuen Versuche, sowohl über MENDEL'sche Bastarde wie über die Mutationskreuzungen, wie wir gesehen haben, zu einer gerade entgegengesetzten Schlussfolgerung führen.

Allerdings hat der hier berührte Punkt für eine Entscheidung zwischen der natürlichen Auslese aus Varianten der fluctuirenden Variabilität oder aus Mutanten keine Bedeutung. Denn beide Vorgänge liefern wohl in der Regel eine genügende Anzahl von Individuen, um die Abweichung als Plural-Variation zu betrachten. Bei den Varianten kommt es ja nur darauf an, bis wo die Grenze des Nützlichen auf der statistischen Curve reicht; alle Individuen, welche jenseits dieses Ordinaten stehen, bilden ja offenbar das Selectionsmaterial. Und Mutationen treten, nach den Erfahrungen an *Oenothera,* wenn auch in wenigen Procenten, doch in einer Reihe von Jahren jährlich auf, und sind somit gewiss als Plural-Variationen zu betrachten.

Die Mutationen im Gartenbau geben uns hier eine wichtige Belehrung. Weitaus die meisten Varietäten sind zuerst in einem einzelnen oder doch in sehr wenigen Individuen aufgetreten; sie müssen wohl ganz allgemein als Bastarde zwischen mutirten und nicht-mutirten Sexualzellen entstanden und durch die Spaltung solcher Bastarde in ihren Nachkommen sichtbar geworden sein. Nun finden diese Gartenvarietäten im Freien überall ihre Analoga, wie die zahlreichen weissblüthigen Varietäten unserer Flora und andere uns beweisen.[3]

Es liegt auf der Hand, anzunehmen, dass diese Varietäten im Freien in derselben Weise entstanden sind wie in der Cultur, also

---

[1] L. PLATE, *Ueber die Bedeutung und Tragweite des DARWIN'schen Selectionsprincipes.* 1900. S. 121.

[2] A. a. O. S. 121.

[3] Vergl. die betreffenden Listen im ersten Bande, S. 449—456.

gleichfalls in einzelnen oder doch in wenigen Individuen. Weder für ihre anfängliche Vermehrung noch für die spätere ganz beträchtliche Verbreitung vieler unter ihnen ist solches ein Hinderniss gewesen (vergl. Bd. I, S. 463—471). Die unvermeidlichen Kreuzungen mit der Mutterart sind ihnen nicht schädlich gewesen, es kommt nur darauf an, ob sie dieser überlegen sind oder nicht.

Zu wiederholten Malen habe ich hervorgehoben, dass meiner Ansicht nach Arten in sehr verschiedener Weise entstehen können. Dieser Wettstein'sche Satz findet auch auf dem Gebiete der Mutationstheorie seine Anwendung. Namentlich möchte ich hier betonen, dass auch innerhalb der Schranken meiner eigenen Erfahrung die Zahl der Individuen, in denen sich eine Mutation äussert, eine wechselnde ist. Und zwar in ziemlich weiten Grenzen. Im ersten Bande S. 239 haben wir diese Zahlen als Mutationscoëfficienten kennen gelernt; sie betrugen für *O. gigas* etwa 0·01 %, für *O. rubrinervis* etwa 0·1 %, für *O. oblonga* nahezu 1 %, und an diese Typen schlossen sich die übrigen Mutanten unserer *Oenothera* an. Auch die *Linaria vulgaris peloria* hatte einen Mutationscoëfficienten von 1 % (Bd. I, S. 560), und das *Chrysanthemum segetum plenum*, sowie die *Dahlia variabilis fistulosa* (S. 523 und 480) traten in entsprechenden niederen Verhältnisszahlen zuerst auf. Dagegen mutirt *Plantago lanceolata ramosa*, wenn auch nur in atavistischer Richtung, jährlich in etwa 50 % der Keimlinge (Bd. I, S. 515), und ist das Mutationsvermögen von *Oenothera scintillans* meist noch grösser, indem jährlich zwei Drittel der Samen in atavistischer oder anderer Richtung mutiren.

In diesen letzteren Fällen erleidet der Satz, dass neue Arten als Bastarde entstehen, offenbar eine Einschränkung. Die Atavisten der *Plantago* und die oft 10—15 % erreichenden *Oblonga*-Kinder der *O. scintillans* brauchen offenbar nicht ausschliesslich aus der Vereinigung ungleichartiger Sexualzellen der Mutterpflanze zu entstehen. Und es steht nichts der Annahme im Wege, dass die weitere Forschung zahlreiche Beispiele solcher hoher Mutationscoëfficienten an's Licht bringen wird.

Einen hierher gehörigen Fall hat jüngst Johannsen bei der Gerste ermittelt. Nach seinen brieflichen Mittheilungen lässt sich Folgendes aussagen: Als Schartigkeit der Gerste bezeichnet man die Erscheinung, dass bisweilen eine Anzahl der jungen Fruchtknoten sich nicht zu Körnern entwickeln. Die reifen Aehren enthalten dann leere Stellen, sogenannte Sprünge. Diese Erscheinung ist, abgesehen von etwaigen Fällen parasitärer Natur, eine erbliche, und es gelang Johannsen, Rassen zu bilden, welche die fragliche Abnormalität regelmässig und in ziemlich

bedeutendem Maasse zeigten. Dabei zeigten die Rassen typische Variationscurven und einen hohen Grad von Constanz. Nur eine Rasse, welche von der Goldthorpe-Gerste abgeleitet war, zeigte ein abweichendes Verhalten. Diese hat nämlich jedes Jahr eine zweigipfelige Curve; der eine Gipfel stimmt ganz mit der Curve der normalen, fehlerfreien Rassen überein, der andere Gipfel liegt etwa bei 35—40 % Sprüngen in der Aehre. Werden nun die Individuen mit und ohne Sprünge isolirt und ihre Samen für sich ausgesät, so verhalten die beiden Gruppen sich wie bei der *Oenothera scintillans*. Die Pflanzen ohne Sprünge geben eine durchaus constante Nachkommenschaft, in der die kernlosen Stellen der Aehren fehlen oder doch eben so selten sind wie bei normalen Gerstensorten. Die Pflanzen mit 35—40 % Sprüngen spalten sich aber in ihren Nachkommen, indem sie aus ihren Samen einerseits ihresgleichen, andererseits normale Individuen hervorwachsen lassen. Die normalen bleiben dann wieder im Laufe der Generationen constant; die schartige Rasse aber spaltet sich in jedem Jahre von Neuem, ebenso wie die *O. scintillans* jährlich aus den Samen der ausgewählten Individuen wiederum *O. Lamarckiana* hervorbringt.

Da von der schartigen Goldthorpe-Gerste jährlich etwa ein Drittel der Individuen zu der reinen Sorte zurückkehren, verhält sich dieser Fall auch in Bezug auf die Zahlenverhältnisse ähnlich wie die eine der beiden Formen unserer *O. scintillans* (Bd. I, S. 173). Beide haben einen Mutationscoëfficienten von etwa $^1/_3$; bei beiden findet die jährliche Mutation in atavistischer Richtung statt.

Betrachten wir die niederen Mutationscoëfficienten der *Oenothera Lamarckiana* als das eine Extrem, so bilden offenbar solche Fälle das andere Aeusserste, wo sämmtliche Samen einer Ernte gleichzeitig mutirt werden. Wir haben dann einen Coëfficienten von 100 %, und dürfen gewiss schliessen, dass auch alle Sexualzellen mutirt waren, und dass also Kreuzungen zwischen mutirten und normalen Ei- und Pollenzellen nicht vorkamen. Einen solchen Fall hat jüngst Ch. A. White in der Gattung der Tomaten beobachtet.[1]

Ehe ich zu der Beschreibung dieser wichtigen Beobachtung schreite, muss ich hervorheben, dass die Tomaten sich augenblicklich in einer Mutationsperiode zu befinden scheinen,[2] wie es überhaupt

[1] Charles A. White, *The saltatory origin of species.* Bull. Torrey botan. Club. Aug. 1902. S. 511—522. Vergl. auch *Science.* Nov. 29. 1901 und einige weitere Fälle in *Science.* Jan. 9. 1903.

[2] A. a. O. S. 520.

mehrere Gruppen von Pflanzen und Thieren in diesem Zustande geben muss.[1] Die Untersuchungen BAILEY's haben hierauf zuerst aufmerksam gemacht.[2] Die „*Upright*"-Tomate entstand plötzlich aus der gewöhnlichen Sorte und ist seitdem samenfest. Sie unterscheidet sich durch eine Reihe von Kennzeichen und zum Theil durch weitergehende Differenzen, als die sonst zwischen anerkannten Sorten obwaltenden. In derselben Weise tauchte die *Mikado*-Tomate auf. Sie hat weniger zahlreiche, aber grössere Blättchen mit glatten Rändern und unterscheidet sich auch in anderen Hinsichten deutlich und scharf von der Mutterform. Sie entstand nicht nur ein einzelnes Mal, sondern in verschiedenen Jahren, und zwar aus verschiedenen Varietäten. Der Uebergang war stets ein plötzlicher, ohne Zwischenstufen, und die neue Form war auch hier sofort samenfest. Diese unmittelbaren Beobachtungen werfen ein Licht auf den ganzen Evolutionsprocess der Tomaten im Laufe des vorigen Jahrhunderts während ihrer Cultur. Die älteren kleineren, gerade-aufrecht wachsenden Pflanzen mit kleinen Früchten sind allmählich verschwunden; aus ihnen sind die jetzigen Typen mit langen, schwachen, weitverzweigten Stengeln und grossen saftigen Beeren hervorgegangen.[3] Und zwar derart, dass in den einzelnen Unterabtheilungen der Fortschritt im Wesentlichen in derselben Richtung stattgefunden hat, dass dieselben neuen Eigenschaften also in verschiedenen Arten des gemeinschaftlichen Stammbaumes an's Licht getreten sind. Unabhängig von einander entstehen aus gleichen oder verwandten Vorfahren ähnliche Typen, ein klares Beispiel polyphyletischer Entwickelung, wie sie ja auch in der freien Natur vielfach vorkommen muss.[4]

Die neue Tomate des Herrn WHITE entstand gleichfalls polyphyletisch. Die Mutation wurde in zwei verschiedenen Jahren aus verwandten Samen verschiedener Herkunft in demselben Garten beobachtet. Sie hat das Merkwürdige, dass sie jedesmal alle Indivi-

---

[1] Die Cocospalme hat nach ihrer Einführung aus Süd-Amerika in Indien eine so grosse Reihe von Unterarten hervorgebracht, dass diese zweifelsohne auf eine Mutationsperiode hindeuten. Ob diese bereits beendet ist? Vergl. O. F. COOK, *Contributions from the U. S. Nat. Herbarium.* U. S. Department of agriculture. Washington 1901. S. 257.

[2] L. H. BAILEY, *The survival of the unlike.* S. 112, 487 u. s. w. Vergl. auch H. W. CONN, *The Method of evolution.* S. 130, 144 u. s. w.

[3] Ueber die Ursachen dieses Verschwindens vergl. L. H. BAILEY, *Tomatoes.* Cornell Univ. Agric. Exp. Station. Oct. 1891. Bull. 32. S. 168—171. Vergl. ferner die Aufsätze desselben Verfassers a. a. O. 1889 S. 115, 1890 S. 75, 1891 S. 45, 1892 Bull. 43 und 45.

[4] Vergl. *Linaria vulgaris peloria.* Bd. I, S. 563.

duen der betreffenden Aussaat, und also auch wohl alle Samen der Ernte, umfasste. Die neue Sorte war sofort samenfest, und der Liebenswürdigkeit des Herrn White verdanke ich eine Probe von Samen, aus der ich sie im verflossenen Sommer (1902) cultivirt habe. Sie war auch bei mir völlig rein, und sowohl in der Frucht und den Blättern, als in den Blüthen und Früchten der von ihrem Urheber gegebenen Beschreibung treu.

Diese Mutationen fanden in der folgenden Weise statt. Im Jahre 1898 hatte White in seinem Garten zwei Dutzend Exemplare der Varietät *Acme,* welche dem Bilde dieser Sorte völlig entsprachen. Die von diesen Pflanzen gewonnenen Samen gaben im nächsten Jahre 30 Individuen, welche alle sogleich beim Keimen eine andere Tracht zeigten, als die Mütter. Während *Acme* der formenreichen Gruppe mit lockerem blassgrünem Laube angehört, hatte die neue Mutation die Merkmale der *Solanum*-ähnlichen Gruppe mit festen, aufrechten Stämmen, dichtem Laub und breiteren Blättern von dunkelgrüner Farbe.[1] Die Früchte wichen gleichfalls ab, sowohl in der Farbe als im Geschmack eine neue werthvolle Sorte darstellend. Sie trugen aber wiederum auf allen Individuen dieselben Eigenschaften. Samen wurden nicht aufbewahrt.

Im nächsten Jahre wurde in demselben Garten dieselbe Varietät *Acme* gepflanzt, mit der der erstere Versuch angefangen hatte; die Samen waren aber von einem anderen Handelsgärtner bezogen als die Pflanzen des Jahres 1898. Die Cultur war eine reine *Acme*-Pflanzung, aber ihre Samen gaben im nächsten Jahre wieder dieselbe neue Varietät, welche bereits 1899 entstanden war. Und wiederum in allen Individuen. Die Cultur des Jahres 1901 war in allen Punkten eine Wiederholung derjenigen von 1899. Nur wurden jetzt Samen geerntet, mittelst welcher die neue Sorte vermehrt und verbreitet wurde. Sie erhielt den Namen der Washington-Tomate.

Für die eingehende Discussion der sonst beobachteten Constanz der *Acme* und des Ausschlusses der Möglichkeit einer Kreuzung verweise ich auf das Original. Ich bemerke nur, dass diese neue Form des Mutationsvorganges in vielen Hinsichten besser den Anforderungen entspricht, welche von hervorragenden Forschern vom theoretischen Standpunkt aus an den Process der Entstehung neuer

---

[1] Ch. A. White a. a. O. S. 511. Derselbe in *The Independent.* Oct. 16, 1902. S. 2460; vergl. ferner über die Classification der Tomaten L. H. Bailey, *Cornell Univ. Agric. Experim. Station.* Bull. 32. 1891. S. 180. Vergl. auch den ersten Band S. 480.

Arten gestellt worden sind. Diese Beobachtungen dürfen also wesentlich dazu beitragen, die gegen die Theorie erhobenen Schwierigkeiten zu beseitigen.

III. Können durch Kreuzung inconstante Rassen entstehen?

§ 8. Die Entstehung gestreifter Blumen.

Von allen Beispielen stark variabler Rassen sind wohl die bunten oder gestreiften Gartenblumen die beliebtesten, sowohl in der Cultur, wie auch als Ausgangspunkt für theoretische Betrachtungen über verschiedene Fragen auf dem Gebiete der Erblichkeit. Leider aber fehlen die Thatsachen, welche zu solchen Ausführungen berechtigen würden. Die Auffassung der Streifung als eine hybride Verbindung zwischen den beiden Grundfarben scheint eine so einfache, so natürliche und so auf der Hand liegende, dass man versäumt zu untersuchen, ob denn auch wirklich durch Kreuzung solche Rassen erhalten worden sind.[1]

Beachtet man ferner, dass es gelegentlich vorkommt, dass vegetative Bastardspaltungen den Schein einer ähnlichen Erscheinung vortäuschen, ohne aber zu erblichen gestreiften Rassen Veranlassung geben zu können, so ist die weite Verbreitung der erwähnten Ansicht wohl erklärlich.

Wenn wir die Sache vom historischen Standpunkt untersuchen, so erscheint uns die herrschende Meinung nur als ein Ueberbleibsel aus der Zeit, wo man alles Fremdartige, ja sogar nahezu die ganze Entstehung der Arten innerhalb der Gattungen auf Bastardirung zurückführen zu können glaubte. Diese von Linné in seinen späteren Lebensjahren vertretene Ansicht fand in der Auffassung der gestreiften Blumen als Bastarde eine willkommene Stütze. Und in der Dissertation über die *Peloria* (1744) versicherte Linné ohne Weiteres, dass man aus Erfahrung wüsste, dass gestreifte Tulpen aus der Kreuzung zweier einfarbiger Sorten entstanden seien.[2] Ueber jene Erfahrung wird aber nichts Weiteres mitgetheilt. Einige Jahre später beobachtete Mustel dass eine weisse Renonkel, welche zwischen anderen Varietäten geblüht hatte, aus ihren Samen verschiedenfarbige

[1] Vergl. die Note in diesem Band S. 51.

[2] *Diss. de Peloria*, 1744; *Amoen acad. ed. Schreber.* I, S. 55. Vergl. auch de Candolle, *Physiologie végétale.* II, S. 698.

Individuen gab.[1] Und seitdem scheint die erwähnte Ansicht, namentlich bei den Züchtern von Blumenzwiebeln, sich eingebürgert zu haben.

Im letzten Abschnitt des ersten Bandes haben wir ausführlich die Meinung VILMORIN's über die Entstehung gestreifter Blumen dargelegt. Sie gründet sich nicht auf eine plausible Erklärung der uralten gestreiften Sorten, deren erstes Auftreten wohl stets in Dunkel gehüllt bleiben wird, sondern auf Beobachtungen über das Erscheinen von gestreiften Varietäten bei Arten, von welchen man solche bis dahin nicht kannte (Bd. I, S. 489). VILMORIN stellte fest, dass in solchen Fällen die gestreifte Varietät später entsteht als die weisse und aus dieser hervorgeht. Und zwar nicht in den ersten Lebensjahren der weissen Sorte, sondern später und somit als (theilweiser) Rückschlag auf die ursprüngliche Farbe (Bd. I, S. 494).

Ist dieser Rückschlag als Vicinismus aufzufassen? D. h. fand er unter dem Einflusse des Blüthenstaubes gefärbter, in der Nachbarschaft cultivirter Varietäten statt? (Vergl. oben S. 383.) VILMORIN äussert sich darüber nicht. Und obgleich die herrschende Meinung diese Erklärung wohl als selbstverständlich hinstellt, so fehlen doch die Beweise. Die Streifung kann ja genau ebenso gut als eine neue Mutation aufgefasst werden.

FOCKE folgt der erwähnten Meinung, namentlich für *Mirabilis*: „Durch Kreuzung der drei ursprünglichen Farbenrassen (roth, gelb, weiss) sind ausser den Mittelfarben auch zweifarbig bunte Sorten hervorgegangen,“ sagt er.[2] Dagegen ist zu bemerken, dass die gestreiften Sorten von *Mirabilis* uralt sind, und bereits ein ganzes Jahrhundert und mehr in Cultur waren, als KÖLREUTER (1761) seine berühmten Bastardirungen in dieser Gattung anstellte. Denn bereits MUNTING erwähnt sie im Jahre 1671 als allgemein bekannte Sorten. Er kannte neben den weissen, gelben und rothen Formen die „*Jalappa vera,* ofte *Mirabilis Peruviana flore albo et luteo variegato,* Opregte Jalappe, ofte wonder Bloem van Peru, met wit en geelgestreepte, en gesprenkelde couleur“, sowie die „*Flore rubro et luteo variegato,* met rood en geel gecouleurde bloemen.“[3] Ueber ihren Ursprung kann man also nur Vermuthungen aussprechen. MUNTING kannte bunte Blumen ferner z. B.

[1] MUSTEL, *Traité théorique et pratique de la végétation.* 1781—1784. I, p. 291. Vergl. auch DE CANDOLLE a. a. O. S. 723.

[2] FOCKE, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 342. Vergl. auch S. 490 für andere Gattungen.

[3] ABRAHAM MUNTING, *Waare oeffeninge der Planten.* 1671. S. 218.

bei *Hepatica* (S. 450), *Levkojen* (S. 484), *Hesperis* (S. 490), *Vinca* (S. 372), *Aconitum* (S. 230), *Aquilegia* (S. 276), *Dianthus barbatus* (S. 285) u. s. w.

Vorsichtiger als FOCKE sind DECAISNE und NAUDIN,[1] welche von den gestreiften Jalappen sagen, dass sie „vielleicht“ durch Kreuzung entstanden seien. Dieses ist um so bedeutsamer, als NAUDIN selbst viele Versuche in dieser Gattung gemacht hat, und unter seinen Hybriden gelegentlich auch gestreifte Blüthen vorkamen.

Die bisher ausgeführten wissenschaftlichen Kreuzungsversuche zwischen Blüthen mit verschiedenen Farben haben in der Regel stets nur einfarbige Bastarde gegeben. Die Farbvarietäten folgen, wie wir im zweiten Abschnitte ausführlich behandelt haben, den MENDEL'schen Gesetzen; die Bastarde haben einförmig gefärbte Blumen, ihre Nachkommen theils solche, theils weisse. Ebenso verhält es sich in der Gattung *Mirabilis,* wo KÖLREUTER, NAUDIN und andere diese Verhältnisse studirten, und wo LECOQ zwischen sechs verschiedenen Varietäten über 600 einfarbige Bastarde gewann.[2]

Allerdings kommen Ausnahmen vor, und erhält man bei solchen Kreuzungen gelegentlich scheckige und gestreifte Typen. Scheckige Bastard-Erbsen sind von TSCHERMAK[3] und WELDON,[4] ebensolche Maiskörner von CORRENS[5] und von WEBBER[6] erhalten worden. Ob diese Erscheinung den gestreiften Blüthen analog ist, und constanten Rassen den Ursprung geben kann, ist noch unbekannt; namentlich scheinen beim Mais die gescheckten Bastardsamen sich anders zu verhalten als die Früchte der gestreiften Handelsvarietäten, z. B. die roth und gelbgestreiften Körner des *Harlekins.* Bastarde mit gestreiften Blumen sind aus einfarbigen Eltern gelegentlich gewonnen worden, doch sind solche Fälle bis jetzt noch gewissen Zweifeln ausgesetzt. Bei umfangreichen Versuchen können sich immerhin Fehler einschleichen, und wenn LECOQ unter seinen 600 *Mirabilis*-Bastarden einzelne rein weissblühende, also recessiv-merkmalige findet, so vermuthet er selbst (S. 222), dass Castrationsfehler die Ursachen sein mögen. Aber auf die eben so seltenen gestreiften Bastarde jenes Versuches lässt sich diese Vermuthung selbstverständlich mit demselben Rechte anwenden.

---

[1] J. DECAISNE et CH. NAUDIN, *Manuel de l'amateur des Jardins.* II, S. 333.

[2] H. LECOQ, *Bull. Soc. bot. France.* 1862. S. 222.

[3] E. TSCHERMAK a. a. O.

[4] F. WELDON, *On alternative inheritance in peas.* Biometrika I.

[5] C. CORRENS, *Bastarde zwischen Maisrassen.* Biblioth. Botanica. Heft 53. 1901.

[6] H. J. WEBBER, *Xenia, or the immediate effect of pollen in Maize.* U. S. Department of Agriculture. Bull. Nr. 22. 1900. Pl. I.

Die wichtigste Fehlerquelle scheint mir aber in dem Umstand zu liegen, dass man es, grade auf diesem Gebiete, oft einer Pflanze nicht ansehen kann, zu welcher Rasse sie gehört. Betrachtet man unseren Stammbaum des gestreiften Löwenmauls (Bd. I, S. 503), so sieht man, dass diese Rasse auch einförmig rothe Individuen umfasst, welche in ihrer Nachkommenschaft nicht constant sind, sondern wiederum theilweise gestreifte Kinder geben. Wählt man nun, durch irgend einen unglücklichen Zufall — und solche kommen nur zu oft vor, wenn nicht sehr ausgedehnte Culturen eine allseitig gesicherte Wahl ermöglichen — zu einem Kreuzungsversuch eine solche einfarbige Pflanze, so können offenbar aus ihrer Verbindung mit einer weissen Varietät zu einem Theile gestreifte Kinder hervorgehen. Denn ihre Sexualzellen sind ja zum Theil potentiell einfarbig, zum Theil potentiell gestreift.

So fand Naudin, dass *Mirabilis Jalapa Roth* × *Gelb* nie gestreifte Nachkommen gab, dass aber eine rothe *M. Jalapa*, mit *M. longiflora* gekreuzt, theilweise gestreifte Blumen entstehen liess.[1] Dieser Versuch ist, namentlich wegen der schönen Abbildungen auf der beigegebenen Tafel, sehr allgemein bekannt geworden. War die Mutter aber vielleicht eine rothblühende Pflanze aus einer gestreiften Varietät? Aehnliche Zweifel tauchen in anderen Fällen auf.

Auch die vegetativen Spaltungen, welche bei Bastarden bisweilen auftreten (vergl. unten), wären hier zu berücksichtigen.

Die herrschende Meinung würde, trotz dieses Mangels der empirischen Begründung, doch wohl berechtigt erscheinen, falls die gestreiften Rassen sich thatsächlich wie Bastardrassen verhielten. Dem ist nun aber, soweit jetzt unsere Kenntnisse reichen, nicht so. Die im ersten Bande beschriebenen Versuche mit *Clarkia* und *Hesperis* und namentlich der für *Antirrhinum majus luteum rubro-striatum* (Bd. I, Tafel 7) auf S. 503 gegebene Stammbaum gestatten eine eingehende Vergleichung mit den Bastardrassen, und namentlich mit den Spaltungen der Mendel'schen Bastarde in den auf einander folgenden Generationen (vergl. oben S. 164 für *Papaver* und S. 171 für *Solanum*). Bei diesen letzten Spaltungen treten theils constante Rassen, theils Bastarde mit dem dominirenden Merkmal auf, bei den gestreiften Blumen „spalten" sich, wenn man so sagen will, sowohl die gestreiften wie auch die rothen.

Viele Versuche, sowohl bei den älteren Forschern als in meiner eigenen Erfahrung, lehren, dass die Streifung dem ursprünglichen

[1] Naudin, *Nouvelles Archives du Muséum.* 4. 1865. S. 32 und S. 34—35.

einförmigen Farbenton gegenüber ein recessives Merkmal ist. So bei *Mirabilis, Antirrhinum* u. s. w. Es sollten sich also nach den MENDEL'schen Gesetzen nur die einfarbigen Individuen und nicht die gestreiften in ihren Nachkommen spalten. Die ganze Frage dreht sich aber gerade um die Variabilität der Gestreiften; sie findet somit in den MENDEL'schen Gesetzen keine Stütze.

Allerdings kann man sich aushelfen mit der Hypothese, dass die Constanz der recessivmerkmaligen Nachkommen der Bastarde keine absolute sei, dass sie zwar in den ersten Generationen keine Ausnahme zeige, dass aber in späteren Jahren solche dennoch vorkommen könnten. Diese Hypothese ist, ihrem inneren Wesen nach, unwiderleglich, wie es ja alle Annahmen sind, welche das Eintreten einer Erscheinung nach vielen Jahren, d. h. nach einigen Jahren mehr als der Dauer der längsten Versuche, zu Hülfe rufen. Aber einen wissenschaftlichen Werth wird sie erst dann bekommen, wenn wenigstens in einem Falle die Annahme sich im Versuche bestätigt und dadurch eine feste Grundlage für Analogieschlüsse gewonnen wird.[1]

Fassen wir zum Schlusse unsere Erörterungen zusammen, so finden wir:

1. Viele gestreifte Rassen sind uralt; über ihren Ursprung weiss man nichts. Andere sind jünger; man kennt die Varietät, aus der sie hervorgingen, und das Jahr ihrer Entstehung, aber über das Wie liegen keine Angaben vor.

2. Durch die Kreuzung von einfarbigen und weissen Sorten entstehen einfarbige Bastarde, deren Nachkommen theils einfarbig, theils weiss, aber nicht gestreift sind.

3. Nur in Ausnahmefällen, welche vielleicht stets auf Versuchsfehler zurückzuführen sind, entstanden aus der Kreuzung einfarbiger Sorten gestreifte Bastarde. Ob diese aber der Anfang gestreifter Rassen werden können, scheint nicht untersucht zu sein.

4. Die gestreiften Rassen verhalten sich nicht wie Bastardrassen; namentlich folgen sie den MENDEL'schen Gesetzen nicht.

Stützen wir uns auf diese Erfahrungen, so erscheint die Annahme, dass die Streifung eine eigene elementare Eigenschaft sei, welche durch eine Mutation entsteht und nicht durch die Combinirung anderer Eigenschaften erzeugt werden kann, wenigstens als gleich-

[1] DELAGE kennzeichnet die herrschende Meinung in sehr charakteristischer Weise, indem er darauf hinweist, dass die Bastarde zwischen Weissen und Negern doch keine gestreiften Neger erzeugen! *L'hérédité.* S. 256.

berechtigt. Und für sie spricht der Umstand, dass bei buntblätterigen Gewächsen dieselbe Annahme fast stets die einzig mögliche ist. Denn diese können offenbar nicht, oder doch jedenfalls nicht als Regel, aus einer Kreuzung der grünen Form mit der *Aurea*-Varietät hervorgegangen sein. Dazu sind die bunten Varietäten viel zu zahlreich und die *Aureae* viel zu selten (vergl. Bd. I, S. 601 u. s. w.).

§ 9. Die Inconstanz der Mittelrassen.

Mit demselben Rechte wie für die gestreiften Blumen kann man für alle ähnliche inconstante Varietäten die Frage aufwerfen, ob sie vielleicht durch Kreuzung entstanden sein können. Und obgleich es auf diesem weiteren Gebiete ebenso wenig möglich ist, eine endgültige Antwort zu geben, so lohnt es sich doch, die Frage auch hier einer kritischen Erörterung zu unterziehen.

Als Mittelrassen haben wir im ersten Bande (S. 424) jene inconstanten Varietäten bezeichnet, welche ihre erhebliche Variabilität dem Antagonismus zweier inneren Eigenschaften verdanken. An demselben Ort und zu derselben Zeit können sich diese beiden nicht äussern, da sie einander ausschliessen. Derselbe Flecken einer Blüthenkrone kann nicht gleichzeitig weiss und roth sein, dasselbe Kleeblatt nicht drei- und fünfzählig u. s. w. Die beiden Eigenschaften sind somit vicariirend. Dabei hängt das Vorherrschen der einen oder der anderen theils von inneren, theils von äusseren Ursachen ab. Die Lage auf der Pflanze in Bezug auf die Periodicität in der Entwickelung der Organe (Bd. I, S. 638), die Wahl der Samen (S. 644) und der Selectionsprocess überhaupt einerseits, und andererseits die Lebenslage und die Düngung (Bd. I, S. 627) entscheiden jedes Mal, welche von beiden activ wird und in welchem Grade.

Die beiden vicariirenden Eigenschaften vererben sich bei der Fortpflanzung in derselben Weise; die Rasse bleibt sich innerhalb der von diesem Antagonismus gestellten weiten Grenzen gleich. Möge sie auch in ihrer äusseren Erscheinung höchst variabel und inconstant sein, in ihrem inneren Wesen ist sie ganz constant, ebenso unveränderlich wie die besten Arten und Varietäten. Und wäre es nicht ein allgemeiner Brauch, sie inconstant zu nennen, so thäte man wohl besser, sie als polymorph oder pleiomorph oder vielleicht noch besser einfach als dimorph zu bezeichnen.

Es ist nach allen unseren vorhergehenden Erörterungen klar, dass zwischen solchen „constanten Rassen mit vicariirenden Eigenschaften“ und Arten im Zustande der Mutabilität nur eine

ganz oberflächliche Aehnlichkeit besteht. Die letzteren bringen constante Rassen hervor, welche den Formenkreis der alten Art durchbrechen und sich ausserhalb dieser stellen, bei den ersteren werden die Grenzen thatsächlich nicht überschritten. Wir werden uns somit hier auf diese beschränken und einen etwa möglichen Einfluss der Bastardirung auf die Mutabilität für die nächstfolgenden Paragraphen aufbewahren.

Die beiden vicariirenden Eigenschaften, welche zusammen ein Paar bilden, sind nicht ebenbürtig. Im Gegentheil haben wir im letzten Abschnitt des ersten Bandes an zahlreichen Beispielen gesehen, dass es sich ganz gewöhnlich um den Gegensatz eines normalen und eines abnormalen Kennzeichens handelt. Den Staubfäden des *Papaver somniferum* gegenüber sind die Umwandlungen dieser Gebilde in Carpelle als Anomalie zu betrachten u. s. w. Von diesen Anomalien giebt es aber alle Grade, welche einerseits zu dem Extrem der Monstrositäten, andererseits zu ganz normalen oder doch wenigstens unter bestimmten Bedingungen zu normalen Eigenthümlichkeiten führen. Die ersteren spielen in der Natur nur selten eine wichtige Rolle, und heissen gerade deshalb vorzugsweise Anomalien, sie eignen sich aber besonders gut für experimentelle Studien. Die letzteren haben in der Natur eine Rolle, welche wohl in den meisten Fällen noch nicht klar erkannt ist, welche aber als Anpassungsmittel vielleicht sehr allgemein eine tiefgreifende Bedeutung hat.

Auf Grund unseres Satzes der allseitigen und richtungslosen Mutabilität (Bd. I, S. 139) dürfen wir folgern, dass einige Eigenschaften nützlich und andere unnütz oder sogar schädlich sein können. Bei der Entstehung eines Paares vicariirender Eigenschaften kann somit die zweite hinzukommende entweder nützlich oder unnütz sein. Im ersteren Falle betrachtet die gewöhnliche Auffassung sie als Anpassungserscheinung, im zweiten hat sie nur den Werth einer Anomalie. Wir können demnach abnormale und normale Mittelrassen unterscheiden, die ersteren ohne, die letzteren mit einer wesentlichen Bedeutung im Kampf um's Dasein.

Wie bereits bemerkt wurde, sind die abnormalen dem experimentellen Studium bequem zugänglich; eine Reihe von ihnen haben wir im ersten Bande, die tricotylen und syncotylen aber erst im vorliegenden Bande behandelt. Dagegen harren die normalen Mittelrassen der tieferen Erforschung ihres Wesens noch sehr.

Die abnormalen Mittelrassen kommen häufig als Ziergewächse in unseren Gärten vor, wo sie durch die Mannigfaltigkeit ihrer Formen besonders anziehen. Neben den bunten Blättern, den gefüllten Blüthen

und so vielen anderen im ersten Bande erwähnten Varietäten nenne ich hier im Besonderen die sogenannten kammförmigen Farne (Fig. 93). Man kennt sie von sehr zahlreichen Arten, und je nach der speciellen Natur der normalen Blattverzweigung geben sie andere Bilder. Sie entstehen, wie unsere Figur zeigt, im Wesentlichen durch wiederholte



Fig. 92. Gespaltene Blätter wildwachsender Farne. *A Polystichum cristatum. B Polypodium vulgare.* Beide 1886 bei 's Graveland gefunden.

Fig. 93. Blätter von *Microlepis hirta cristata*, einer kammförmigen Gartenvarietät.

Gabelung der Blattachse, sei es der Hauptachse, sei es der einzelnen Fiederblättchen (Fig. 93 *B*) oder beider. Je nach den Arten und Gattungen sind die Spaltungen tiefer und zahlreicher, weichen die Gabeläste mehr oder weniger auseinander und entwickeln sie schmälere oder breitere Spreiten, dadurch oft zu einer krausigen Zusammenfügung des Ganzen führend. Bei schlechter Cultur, oder bei ungenügender

Beleuchtung im Zimmer oft kaum ausgebildet, können sie bei guter Behandlung zum schönsten Schmuck unserer Farnhäuser werden. Die ihnen entsprechenden Halbrassen sind bei uns, sowohl im Freien als in den Gewächshäusern, nicht allzu selten und äussern sich meist durch einfache Gabelungen des Blattes (Fig. 92 *A* und *B*).[1]

Sehr wichtige Mittelrassen bilden ferner verschiedene Fälle von Verbänderungen und Zwangsdrehungen. Sie sind wohl die schönsten und bequemsten Beispiele, um das gegenseitige Verhalten der beiden vicariirenden Kennzeichen sowohl experimentell als statistisch, und namentlich in Bezug auf die Erblichkeit zu studiren, und sollen aus diesem Grunde in den beiden nächsten Kapiteln dieses Abschnittes ausführlich geschildert werden. Diese Rassen sind innerhalb ihrer Grenzen völlig constant, ihr Formenkreis umfasst aber einerseits äusserst stark missgebildete und andererseits anscheinend völlig normale Individuen mit allen Zwischenstufen. Aber sowohl die monströsen wie die normalen vererben auf ihre Kinder nicht ihr specielles Merkmal, sondern den ganzen Formenreichthum der Rasse. Sie verhalten sich wie die Tricotylen und die Syncotylen, welche wir im zweiten Abschnitt studirt haben.

Das Zahlenverhältniss der abnormalen und der normalen Individuen innerhalb dieser Mittelrassen ist wesentlich von der Lebenslage und von der Selection abhängig und zeigt sich dementsprechend in verschiedenen Rassen in sehr verschiedener Weise. Ob daneben auch tiefer begründete Differenzen vorhanden sind, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Als eine besonders constante Rasse, in der die Anomalie im höchsten Grade vorwaltet, lernten wir im ersten Bande (S. 471, Fig. 131) *Melilotus coerulea monophylla* kennen. Doch gelang es mir auch bei dieser, durch frühzeitiges Beschneiden, Zweige mit ausschliesslich oder doch vorwiegend atavistischen Blättern (d. h. mit drei freien Spreiten) hervorzurufen. Von da bis zu den gestreiften Blumen könnte man eine lange Stufenleiter von verschiedenen Graden der Variabilität innerhalb des doppelten Formenkreises aufstellen.

Bei einiger Ausdauer oder bei künstlichem Eingreifen mittelst des Beschneidens ist es meist leicht, eine ganze Reihe von Uebergangsformen zusammenzustellen, wie bei den Ascidien (Fig. 94) und

[1] Beispiele in Rabenhorst, *Kryptogamenflora,* ferner A. Geheeb, *Ueber dichotome Wedelbildung bei Polypodium vulgare.* Allgem. botan. Zeitschr. Jahrg. 1901. Nr. 4. S. 61—62. Botan. Centralbl. 1901. Nr. 23. S. 324. Dort auch *Aspidium lobatum* und *Blechnum Spicant.*

den Synfisen (Fig. 95), wo die Verwachsungen ganz geringe sein oder bis oben hinauf reichen können. Ich verzichte aber auf die Anführung weiterer Beispiele. Sie zeigen alle ein Hin- und Herschwanken zwischen zwei Typen, dem normalen und demjenigen der Anomalie, wobei die Uebergangsstufen meist auffallend seltener sind als die typischen Monstrositäten, also Blätter wie Fig. 94 *e*, viel seltener als *a*—*d*, vollständige Adnationen wie Figur 95 *B* gewöhnlicher als geringere (*A*), u. s. w. Man könnte die Rassen aus diesem Grunde vielleicht noch besser Doppelrassen als Mittelrassen nennen. Ueberall handelt es sich offenbar um zwei sich gegenseitig ausschliessende, also vicariirende oder antagonistische innere Eigenschaften.

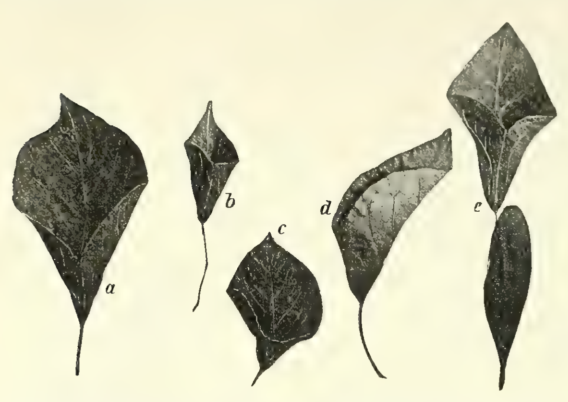


Fig. 94. *Magnolia obovata.* Becherbildungen der Blätter. *a*—*d* ganze Ascidien, *b* nur die obere Hälfte des Blattes becherförmig.



Fig. 95. *Bidens leucantha.* Synfise eines Achselsprosses an dem Tragspross, vom Tragblatte *b* eine Strecke aufwärts bis *a*.

Ueber die normalen Mittelrassen liegen eingehende Untersuchungen noch kaum vor, wenigstens nicht in dem hier gewählten Sinne. Sie würden vermuthlich beim statistischen Studium sich gleichfalls als dimorph, also mit zweigipfeliger Curve, erweisen. Von der extremen Dimorphie der Landblätter und Schwimmblätter des *Polygonum*

amphibium[1] bis zu den Landformen von *Batrachium* und anderen Typen dürfte es eine Reihe hierher gehöriger Zwischenformen geben. Die ausserordentliche Variabilität, welche den Alpenpflanzen gestattet, im Flachlande ein ganz anderes Gepräge anzunehmen, würde sich vielleicht bei statistischem Studium als eine dimorphe erweisen. Ich erinnere an die im ersten Bande beschriebenen Untersuchungen BONNIER's (Bd. I, S. 102, Fig. 29). Auch die Untersuchungen STAHL's über Licht- und Schattenblätter (Bd. I, S. 101), sowie diejenigen von GAUCHÉRY über die Zwerggestalt vieler Pflanzen auf unfruchtbarem Boden (Bd. I, S. 256) wären hier zu erwähnen. Sehr wichtig sind in dieser Beziehung auch die neueren Untersuchungen BITTER's über die Variabilität der Laubflechten und über den Einfluss äusserer Bedingungen auf ihr Wachsthum.[2] Doch darf ich auf dieses reiche, der statistischen Bearbeitung noch vielseitig harrende Material hier nicht weiter eingehen. Erst weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob hier einfache oder zweigipfelige Variationscurven vorliegen.

Die beiden inneren Anlagen, welche die vicariirenden oder antagonistischen Eigenschaften bedingen, denke ich mir im Innern der Pflanze derart neben einander gestellt und gegenseitig verbunden, dass beide in verschiedenem Grade, aber in gleichem Sinne, von der Ernährung und der Lebenslage beeinflusst werden. Die Anomalie erscheint als höchst variabel, die entgegengesetzte normale Eigenschaft als äusserst stabil. Jene wird von günstigen und ungünstigen Einflüssen stark, diese nur sehr wenig berührt. Wird die erstere durch schlechte Lebenslage herabgedrückt, so bekommt die letztere das Uebergewicht, und in dieser Weise erklärt sich die im ersten Bande ausführlich begründete Regel, dass eine gute Ernährung die Anomalie begünstigt (Bd. I, S. 627).

Die obigen Auseinandersetzungen hatten nur zum Zweck, den Lesern das Bild der inconstanten Varietäten oder Mittelrassen wieder in Erinnerung zu bringen, um daran eine Discussion der Frage nach der Möglichkeit ihrer Entstehung durch Bastardirung knüpfen zu können. Wo die Mittelrasse wirklich eine Zwischenform zwischen zwei existirenden constanten Typen ist, wie die bunten Blüthen zwischen zwei einfarbigen Sorten, liegt diese Vermuthung auf der Hand und beansprucht eine analoge Erörterung. Und wo, wie

[1] J. MASSART, *L'accomodation individuelle chez Polygonum amphibium.* Bull. Jard. Bot. Bruxelles. 1902. I, 2, S. 1.

[2] GEORG BITTER in *Jahrbücher für wiss. Bot.* XXXVI. Heft 3. S. 421—492, Tafel VII—XIII. 1901.

es ja meistens der Fall ist, nur eine von den beiden Grenzrassen wirklich besteht, da fragt es sich, in wie weit sich die angedeutete Auffassung mit weiteren Hülfshypothesen behelfen kann.

Ich knüpfe die Discussion dieser Frage zunächst an ein bestimmtes Beispiel an und wähle dazu den oben (S. 100) bereits vorgeführten Fall der *Oenothera cruciata varia*, welche als das Ergebniss einer Kreuzung von *Oenothera cruciata* Nutt. und *O. muricata L.* mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit aufgefasst werden kann. Ich werde übrigens, in Ermangelung der Möglichkeit einer unmittelbaren Bastardirung der beiden vermuthlichen Eltern, die Inconstanz der *O. cruc. varia* sowie die Uebertragung dieser Inconstanz durch Kreuzung auf andere Arten unten in einem besonderen Kapitel ausführlich schildern (vergl. diesen Abschnitt, Kap. VI, § 21—31).

Die *Oenothera cruciata* Nutt. hat kleine linealische Petalen und steht systematisch inmitten einer Gruppe von Arten mit breiten, umgekehrt-herzförmigen Blumenblättern, von denen sie ohne Zweifel abstammt. Die amerikanischen Floren beschreiben von ihr keine andere Form; dagegen kommt in den europäischen botanischen Gärten eine Form vor, welche bisweilen beide Typen von Petalen trägt. Meist getrennt auf verschiedenen Individuen, bisweilen vereinigt auf derselben Pflanze oder sogar auf demselben Ast. In diesem Falle kommen oft Zwischenstufen vor, und es ist leicht, eine ununterbrochene Reihe von solchen zwischen den beiden Extremen zusammenzusuchen. Die umgekehrt-herzförmigen Petalen gleichen völlig denen der *O. muricata L.*, welche auch dieselbe Grösse haben.

Es entsteht nun die Frage, wie die europäische Form aus der amerikanischen entstanden ist? Ich setze dabei voraus, dass beide nicht etwa identisch sind, d. h. also, dass die letztere nicht dieselbe Variabilität hat wie die erstere. Diese Voraussetzung gründet sich auf die Beschreibung in den Floren; ist sie unrichtig, so wird unsere Frage auf den Ursprung der *Oen. cruciata* selbst verschoben.

Die Antwort auf unsere Frage kann eine zweifache sein. Erstens kann die Umwandlung unmittelbar, d. h. ohne Hülfe einer anderen Art, vor sich gegangen sein, und zweitens könnte sie das Ergebniss einer Kreuzung darstellen. Ich habe im ersten Abschnitt dieses Bandes (S. 100 ff.) die Gründe besprochen, welche, abgesehen von den Petalen, im letzteren Falle die *O. muricata* als vermuthlichen zweiten Elter annehmen lassen, und kann mich also hier völlig auf die Blumenblätter beschränken.

Hätte die Umprägung unmittelbar stattgefunden, so müsste sie nach unserer Auffassung eine Mutation gewesen sein. Man müsste

dann annehmen, dass in der *O. cruciata* die von den Vorfahren ererbte latente Eigenschaft der breiten Kronenblätter durch irgend eine Ursache semilatent geworden wäre (Bd. I, S. 424), und dass in dieser Weise die Mittelrasse entstanden sei. Der Vorgang würde dann zu dem ebendaselbst (S. 461) beschriebenen Typus der degressiven Artbildung gehören und in der Entstehung von *Chrysanthemum segetum plenum* und so vielen anderen Gartenvarietäten ein volles Analogon finden.

Wäre die Umbildung das Resultat einer Kreuzung, so könnte sie wohl nicht als die unmittelbare oder regelmässige Folge dieses Processes betrachtet werden. Denn nach unseren Darlegungen im zweiten Abschnitt dieses Bandes (S. 146) folgen latente Eigenschaften bei ihren Kreuzungen mit den entsprechenden activen Eigenschaften den Mendel'schen Gesetzen, und diese führen nicht zu inconstanten Bastardrassen. Wenden wir diese Gesetze auf unseren Fall an, so müssten die Petalen von *O. muricata* das dominirende und diejenigen von *O. cruciata* das recessive Merkmal sein, und dieser Voraussetzung entsprechen die unten zu beschreibenden Hybridisirungsversuche durchaus. Aber nicht die erste Generation entscheidet, sondern die zweite. Was diese lehrt, werden wir am Schlusse dieses Abschnittes sehen, so weit jetzt die Erfahrung reicht. Hauptsache wird es dabei sein, dass sie nicht zu einer Erklärung der Entstehung einer Mittelrasse als Folge der Kreuzung leiten.

Nimmt man die Gültigkeit der Mendel'schen Gesetze für diesen Fall nicht an, und betrachtet man die fragliche Kreuzung als eine unisexuelle, so müsste die Bastardrasse dennoch eine constante sein. Auch die Analogie mit den ditypen Bastarden, d. h. solchen, in denen die Prävalenz eine schwankende ist (S. 48), wie bei einigen *Hieracium*-Hybriden Mendel's und den Mischlingen von *Oenothera Lamarckiana* mit einigen verwandten Arten (S. 86) führt noch nicht zu inconstanten Rassen. Es scheint überhaupt sehr fraglich, ob für diese Annahme bestimmte, völlig sichergestellte und hinreichend ausführlich untersuchte Fälle als Stützpunkte angeführt werden können.

Man kann schliesslich die Hülfshypothese aufstellen, dass die Mendel'schen Spaltungen im inneren Wesen der Pflanze keine absoluten sind, wie sie es uns zu sein scheinen, und dass entweder stets oder doch bisweilen in den Nachkommen der Bastarde, in denen die Merkmale wiederum einseitig geworden sind, ein Rest der antagonistischen Eigenthümlichkeit übrig bleibt. Dieser Rest würde dann, als latente innere Eigenschaft, gelegentlich wieder semilatent oder sogar activ werden können. Wie dieser letztere Process zu

denken wäre, ob er den Gesetzen der degressiven Mutationen unterworfen wäre oder einen ganz neuen Typus darstellen würde, das wissen wir nicht, und es fehlen vorläufig alle Anhaltspunkte zu einer Entscheidung.

Ebenso könnte man für die constanten Rassen der unisexuellen Kreuzungen vermuthen, dass die Constanz keine absolute sei und dass nach einer Reihe von Generationen die im Bastard verbundenen elterlichen Merkmale sich trennen können. Auch dieser Gedanke liesse sich weiter ausmalen, doch fehlen einstweilen die empirischen Kenntnisse, welche erforderlich wären, um die nicht zutreffenden Alternativen auszuschliessen.

Nur eine ziemlich complicirte Reihe von Möglichkeiten könnte zu einer schematischen Vorstellung der Entstehung einer Mittelrasse aus der Kreuzung zweier constanter Rassen führen. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, doch ist die Wahrscheinlichkeit keine grössere als diejenige der Hypothese einer directen Mutation.[1]

Bei den obigen Erörterungen wurde die Existenz der beiden constanten Grenzvarietäten vorausgesetzt, zwischen denen die zu erklärende Mittelrasse schwankt. Diese Fälle sind aber verhältnissmässig sehr selten; die petalomanen Blüthen und die *Aurea*-Varietäten in ihrer Beziehung zu den petaloidisch-gefüllten Blumen und den bunten Blättern wurden mehrfach besprochen (Bd. I, S. 424). Für Verbänderungen und Zwangsdrehungen[2] kennt man die betreffende constante Rasse aber nicht, ebenso wenig für Ascidien (Fig. 94, S. 522), Adnationen des Achselsprosses an den Tragspross (Fig. 95, S. 522), Polycephalie, Monophyllie, Catacorolla, Tricotylie und Syncotylie, Pleiophyllie wie beim Klee, zu stark verzweigte oder durchwachsene Inflorescenzen (Bd. I, Fig. 179, S. 634), Bracteomanie (Fig. 96 u. 97), Viviparie und zahlreiche andere im Laufe unserer Besprechungen gelegentlich erwähnte Mittelrassen.

In diesen Fällen lässt die erwähnte Annahme der Entstehung der Mittelrassen durch Kreuzung zweier constanter Formen offenbar im Stich. Und da sie weitaus die zahlreichsten sind, verliert die Hypothese dadurch fast jeden Werth, und jedenfalls den grössten Theil ihrer Bedeutung. Ist man für diese Beispiele gezwungen eine Entstehung durch Mutation anzunehmen, so gilt die Annahme offenbar ebenso gut für die Mittelrassen mit constanten Grenzrassen.

[1] Vergl. auch Bd. I, S. 428 sub 6.

[2] Vergl. unten die ausführliche Darstellung in den beiden vorletzten Kapiteln dieses Abschnittes.

Es giebt allerdings noch eine letzte Hülfshypothese, welche man anführen könnte. Sie schliesst sich an den Satz an, dass neue Arten als Bastarde entstehen (siehe oben § 7, S. 503). Ich meine als Bastarde zwischen einer mutirten und einer normalen Sexualzelle. Nimmt man nun an, dass buntblätterige Gewächse nur durch Kreuzung der goldgelben Varietät und der grünen Art entstehen können, so könnte man für die zahlreichen Fälle, dass die erstere unbekannt



Fig. 96. *Plantago major rosea*, eine bracteomane Mittelrasse aus den Culturen der botanischen Gärten. *A* gedrungene, *B* gestreckte Form der Aehre. In den Achseln der laubartigen Bracteen stehen die Blüthen.



Fig. 97. *Plantago major bracteata*, eine wildwachsende bracteomane Halbrasse. Beide Rassen (Fig. 96 u. 97) beruhen auf theilweiser Verlaubung der Bracteen, namentlich im unteren Theile der Aehre. *a a* Blüthen in den Achseln der Bracteen.

ist, entweder annehmen, dass sie ausgestorben wäre, oder dass sie nur als mutirte Sexualzelle bestanden hätte. Ersteres ist offenbar, namentlich bei dem grossen gärtnerischen Werthe solcher Varietäten, sehr unwahrscheinlich, letzteres würde die Entstehungsweise aber der Beobachtung entziehen, und bedarf somit einer weiteren Erörterung. Diese schliesst sich ganz an die Entstehungsweise meiner neuen Oenotheren an. Diese können, wie wir gesehen haben, durch die Verbindung einer mutirten Sexualzelle mit einer normalen entstehen,

und da die Mutationen so selten sind, dass sie das Zusammentreffen zweier mutirten Zellen äusserst unwahrscheinlich machen, so scheint diese Annahme wohl berechtigt zu sein. Nehmen wir nun an, dass irgend eine Art derart mutabel geworden ist, dass sie durch Mutation Sexualzellen für die goldgelbe Varietät hervorbringt. Diese werden sich dann mit potentiell grünen Sexualzellen verbinden. Macht man nun die weitere Annahme, dass aus dieser Verbindung buntblätterige Gewächse entstehen, so wäre eine Erklärung für diese gefunden. Nur ist es sehr fraglich, ob die Bastarde *Grün* × *Aurea* wirklich bunt sein würden; sind sie es nicht in der Regel, sondern nur ausnahmsweise, oder vielleicht nur bei wiederholter Kreuzung wie z. B. *Grün* × *Goldgelb* × *Grün*, so würden die Schwierigkeiten der Hypothese sich derart häufen, dass es sich kaum lohnen würde, sie aufrecht zu halten.

Im Ganzen und Grossen folgern wir also, dass die vorhandenen Kenntnisse keine Beweise und keine Analogien für die Entstehung von Mittelrassen durch Kreuzung constanter Typen liefern, dass sie aber auch nicht ausreichen, diese Hypothese endgültig zu widerlegen. Aber in weitaus den meisten Fällen ist sie wenigstens so unwahrscheinlich, dass eine unmittelbare Umprägung durch Mutation sich als die einfachste Erklärungsweise darstellt.

§ 10. Zufällige Mutationen.

Eine vielfach ventilirte Frage ist diejenige nach dem Einflusse der Bastardirung auf stossweise Artumbildungen und auf die Entstehung neuer Varietäten. Dass diese Frage eine zweifache ist, dürfte aus dem Vorhergehenden klar geworden sein. Sie betrifft erstens die Gewinnung neuer Combinationen bereits vorhandener Eigenschaften, dann aber die Möglichkeit der Ausbildung neuer elementarer Anlagen.[1] Die Hervorrufung neuer Combinationen ist Thatsache, und wurde bereits oben ausführlich behandelt; sie soll von unserer jetzigen Besprechung durchaus ausgeschlossen werden. Nur sei bemerkt, dass der Mangel der richtigen Unterscheidung von Combinationen und von einheitlichen Merkmalen wohl die grösste Quelle der auf diesem Gebiete herrschenden Verwirrungen ist.

Die Frage, ob bei Kreuzungen neue elementare Eigenschaften entstehen können, ist zwar eine sehr beliebte, aber keineswegs eine

[1] Vergl. Bd. I, S. 461.

scharf formulirte. Nach der herrschenden Auffassung[1] finden die Mutationen überhaupt, wenigstens in der grossen Mehrzahl der Fälle, bei der generativen Vermehrung statt. Wenn nun nicht gerade die Kreuzung einen nachtheiligen Einfluss auf diesen Vorgang haben sollte, so müssen sie bei Bastardirungen mindestens etwa ebenso häufig sein, wie bei der normalen Befruchtung. Und da man viel eher anzunehmen geneigt sein wird, dass die Verschiedenheit der Eltern für etwa mögliche Umprägungen günstig ist, so liegt es auf der Hand, anzunehmen, dass Bastarde zu Mutationen etwas mehr geneigt sind als normale Pflanzen (Bd. I, S. 461).

Damit ist aber offenbar nicht viel gewonnen. Mutationen sind viel zu seltene Erscheinungen, um auf statistischem Wege zu einer Entscheidung zu gelangen, ob sie nach Kreuzungen etwas mehr vorkommen als nach gewöhnlichen Befruchtungen. Wäre der Unterschied ein auffallender, so wäre für eine solche Entscheidung noch immerhin Aussicht vorhanden. Dem ist aber gewiss nicht so. In der gärtnerischen Praxis mag es diesen Anschein haben; das beruht aber nur darauf, dass in den polymorphen Gattungen die Kreuzungen nun einmal die Regel sind. Was ohne sie erreicht werden kann, weiss man nur in seltenen Fällen.[2] Soweit die wissenschaftlichen Erfahrungen reichen, scheint die Aussicht auf Mutationen bei Kreuzungen nicht wesentlich grösser zu sein, als bei der sexuellen Verbindung von Art- oder Varietätsgenossen. Bei meinen Versuchen mit *Oenothera,* wo die Mutabilität eine auffallend grosse ist, müsste ein solcher Unterschied sich wohl am ersten nachweisen lassen. Ich habe darauf besonders geachtet, und im ersten Bande S. 211 die betreffenden Zahlen zusammengestellt. Das Ergebniss war aber, dass das Mutationsvermögen ungefähr dasselbe war, wie in den reinen Familien meiner *O. Lamarckiana.* Auch die Nachkommenschaft der Bastarde verhielt sich in diesen Beziehungen nicht anders.[3]

Nur in einem einzigen Falle habe ich nach einer Kreuzung eine unerwartete Mutation auftreten sehen. Es war dieses im Jahre 1900, als die Bastarde von *O. cruciata varia* und *O. biennis* plötzlich in grösserer Zahl bunt waren (oben S. 102). Ebenso vereinzelt stehen die übrigen, im ersten Abschnitt § 5 bei der Variabilität der Bastarde (S. 46) vorgeführten Beispiele da. Alles spricht dafür, dass die Förderung

[1] Doch komme ich im letzten Abschnitt hierauf zurück.

[2] Z. B. bei *Cyclamen latifolium*, vergl. W. T. Thiselton Dyer, *Proceed. Roy. Soc.* Vol. LXI, Nr. 371. S. 135.

[3] Vergl. auch im vorliegenden Bande den Paragraphen über Mutationen nach Kreuzungen (Abschnitt III, § 8, S. 425).

der Mutabilität durch Bastardirung höchstens eine sehr nebensächliche Bedeutung hat.

Die erwähnte Beobachtung schliesst sich an ähnliche ältere, oben bereits gelegentlich citirte Fälle an. Zunächst an das bekannte Beispiel von KNIGHT, der aus einer künstlichen Kreuzung von einem weissen *Chasselas* und einem weissen *Frontignan* mit der *Aleppo*-Weintraube Samen erhielt, aus denen Stöcke mit panachirten Blättern hervorgingen.[1] In ähnlicher Weise sollen buntblätterige Tulpen und Georginen entstanden sein. Auch an die von HILDEBRAND beobachteten Fälle von partiellen Farbenvariationen in den Blüthen eines *Oxalis*-Bastardes sei erinnert (oben § 6, S. 51), sowie an andere ebendaselbst genannte Beispiele. Die hohe Seltenheit dieser Erscheinungen macht es aber überall wahrscheinlich, dass die Kreuzung nicht als die Ursache der aufgetretenen Abweichungen anzusehen ist.

Eine andere, gleichfalls sehr geläufige Hypothese nimmt an, dass Bastardrassen in ihren späteren Generationen mehr zu stossweissen Aenderungen ihres Gepräges geneigt seien, als normale Arten oder Varietäten. Wo diese Annahme sich auf Thatsachen stützt, handelt es sich wohl meist um MENDEL'sche Bastardrassen, in denen die Spaltungen nach den erörterten Gesetzen vor sich gehen, ohne dass dabei aber wirklich neue elementare Merkmale entständen. Aber die Frage lässt sich auch umkehren. Es handelt sich dann um die Fälle, in denen thatsächlich eine Sorte aus einer anderen hervorgegangen ist, und um die Möglichkeit, dass dabei die ältere vielleicht eine Bastardrasse sei, und dem zufolge die neue hervorbringen könnte. Die Hypothese ist eine vage, und sogar in ihrer Anwendung auf bestimmte Fälle kaum einer Discussion fähig, namentlich da sie sich weder über den vermuthlichen zweiten Elter, noch über die Beziehung der neuen Varietät zu diesem klar ausspricht. Sie erinnert stark an die im Anfang dieses Abschnittes besprochene Meinung LINNÉ's, deren Charakteristik ja namentlich in einer gewissen Freiheit in der Wahl des hypothetischen Vaters lag.

Es sei deshalb gestattet, ihre Discussion an eins der bekanntesten Beispiele LINNÉ's anzuknüpfen.

Die älteste specielle Frage nach der Entstehung neuer Formen durch Kreuzung ist wohl die bereits im ersten Bande (S. 564) besprochene Meinung LINNÉ's, dass die *Linaria vulgaris peloria* ein Bastard zwischen der normalen Art und irgend einer Pflanze mit

[1] KNIGHT, *Transact. Soc. Linn. London.* IX, p. 268. DE CANDOLLE, *Physiologie végétale.* II, p. 734.

radial-symmetrischen Blumen sein könnte. Diese Vermuthung findet jetzt wohl keine Anhänger mehr. Dagegen knüpft sich an sie die andere Frage, ob vielleicht die *L. vulgaris hemipeloria* ein Bastard von der *Peloria* und der normalen Art ist, und ob die im ersten Bande beschriebenen Mutationen dieses Merkmales also vielleicht als Bastardspaltungen aufgefasst werden können.

Wäre die Hypothese richtig, so würde sie sich auf alle Halbrassen ausdehnen lassen, und überall die Entstehung oder doch wenigstens die wiederholte Entstehung von Mittelrassen aus solchen in das Gebiet der Bastardirungserscheinungen zurückweisen.

Allerdings bliebe das erste Auftreten jeder einzelnen Mittelrasse von dieser Erklärungsweise ausgeschlossen. Und wenn die erste Umprägung nur auf einer Mutation beruhen kann, ist nicht einzusehen, weshalb dieser Vorgang sich nicht von Zeit zu Zeit würde wiederholen können.

Wo zwischen constanten Varietäten und den entsprechenden Art-Typen eine Halbrasse als Zwischenform vorkommt, würde sich offenbar dieselbe Fragestellung behandeln lassen.

Unsere Discussion spitzt sich also derart zu, dass wir fragen, ob das wiederholte Auftreten einer und derselben Varietät oder Unterart aus einer Art bezw. aus der entsprechenden Halbrasse, als wiederholte Mutation, oder als Bastardspaltungen in Folge der Kreuzung dieser mit einer anfänglichen Mutation aufzufassen ist.

Die erstmalige Mutation können wir uns aber denken als eine reale, in einem oder mehreren Individuen vertretene und eine vorübergehende Rasse bildende, oder, entsprechend unserem § 7 (S. 503), nur als mutirte Sexualzelle.

Die wiederholte Entstehung derselben Varietät aus einer Art scheint eine ganz allgemeine Erscheinung zu sein. Sie pflegt als polyphyletischer Ursprung angedeutet zu werden. Für die *Linaria vulgaris peloria* haben meine Beobachtungen den unmittelbaren Beweis geliefert, und habe ich durch Betrachtung der geographischen Verbreitung in Verbindung mit der Sterilität die mehr allgemeine Gültigkeit des Satzes dargethan. Auch im Gartenbau sind Wiederholungen derselben Abweichung überaus bekannt, sie haben dazu geleitet, die Fälle, in denen eine neue Varietät zum ersten Male auftritt, als Conqueste zu bezeichnen (Bd. I, S. 523).

Ich schliesse hier selbstverständlich die wiederholte Entstehung einfarbig blühender Exemplare aus gestreiften Varietäten aus. Diese bilden zwar in gewissem Sinne eine Rasse und können auch als inconstante Halbrasse bezeichnet werden (Bd. I, S. 505), verhalten

sich aber anders als die constanten Halbrassen, welche jetzt den Gegenstand unserer Erörterung bilden. Sie stellen eigentlich nur die extremen Varianten der dimorphen Variabilität, d. h. des doppelten Merkmales vor. Sie sind in dieser Beziehung den sogenannten Atavisten der Mittelrassen, namentlich der zwangsgedrehten und verbänderten Rassen an die Seite zu stellen, welche ja auch, durch die auffallend andere Tracht, einer anderen Rasse anzugehören scheinen. Aber ihre Nachkommenschaft lehrt, dass sie nicht aus dem Verbande der Mittelrasse ausgetreten sind, dass sie die Grenze dieser Rasse nicht durchbrochen haben. Gerade die Thatsache, dass beide Rassen jährlich und wohl in den Nachkommen eines jeden Individuums in einander übergehen können, beweist ihre völlige Zusammengehörigkeit. Solche jährliche Uebergänge dürfen nicht mit den echten Mutationen, welche die constanten Halbrassen von den Mittelrassen trennen, verwechselt werden.[1]

Die polyphyletische Entstehung von Varietäten im Freien ergiebt sich aus ihrer geographischen Verbreitung. Am besten untersucht sind wohl die weissbeerigen *Ericaceen* und *Vaccinieen*, denen Ascherson und Magnus eine ausführliche Studie gewidmet haben.[2] Mit Ausnahme von *Arctostophylos alpina L.* kennt man von sämmtlichen Beeren-tragenden Arten hellfrüchtige Varietäten; diese sind oft selten, oft sehr weit verbreitet, namentlich von der Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus*). Die Verbreitung ist keine gleichmässige, sondern es lassen sich Gebiete bezeichnen, in denen sich die Fundorte in besonderer Dichtigkeit anhäufen. In solchen Gebieten sind nicht nur die einzelnen Localitäten zahlreich, sondern es wurde daselbst auch die Varietät in einer grossen Zahl von Stöcken nachgewiesen. In den einzelnen Gebieten dürfte eine gemeinschaftliche Abstammung zumeist sehr wahrscheinlich sein, ob man aber jede hellfrüchtige Varietät auf einen einfachen Ursprung zurückführen kann, scheint mehr als fraglich. Dazu sind sie meist zu selten und die Entfernungen zu gross. Viel natürlicher erscheint die Annahme eines polyphyletischen Ursprunges.

Aber in wiefern dieser durch die Hypothese einer Bastardirung

[1] Es würde sich vielleicht empfehlen, die Bezeichnung Halbrasse in diesen Fällen durch den Ausdruck atavistische Rasse zu ersetzen oder ganz fallen zu lassen. Vergl. auch Bd. I, S. 563—564.

[2] P. Ascherson und P. Magnus, *Die Verbreitung der hellfrüchtigen Spielarten der europäischen Vaccinien.* Verhandl. k. k. Zool. bot. Ges. Wien, 1891. S. 677 und Berichte d. d. bot. Ges. 1889. Bd. VII, Heft 10.

unserem Verständniss näher geführt werden kann, leuchtet nicht ein. Vielmehr scheint mir diese die ohnehin vorhandenen Schwierigkeiten nur noch zu vermehren.

§ 11. Die Kreuzung als Ursache von Atavismus.

Atavismus umfasst so zahlreiche und so weit aus einander gehende Erscheinungen, dass die Discussion einer möglichen Förderung durch Bastardirung nothwendiger Weise eine Trennung der einzelnen Vorgänge erfordert.

Nach den ausführlichen und im Laufe dieses Buches mehrfach citirten Darstellungen von Goebel und vielen anderen Forschern



Fig. 98. *Sium latifolium.* *A B* untergetauchte Blätter, *C D* Uebergänge zu den Luftblättern, *E* ein normales Stengelblatt.

bilden die Jugendzustände vieler Pflanzen vielleicht den schönsten und am besten gesicherten Fall einer Wiederholung voralterlicher Eigenschaften. Die Beispiele sind so zahlreiche, dass ich nur auf die Untersuchungen von Reinke, Beissner, Beyerinck u. A., sowie auf die Lehrbücher der Biologie zu verweisen brauche; ich ziehe es vor, durch Vorführung eines sehr klaren Einzelfalles die Bedeutung der

ganzen Gruppe anzugeben. Ich meine die Gattungen *Sium* und *Berula,* welche inmitten der Umbelliferen mit doppeltgefiederten Blättern nur einfach pinnate Blätter tragen (namentlich *S. latifolium,* Fig. 98 *E* und *B. angustifolia*). Sie stammen also offenbar von diesen ab und bekunden diese Beziehung in ihrer Jugend, sowohl der Individuen wie der einzelnen Sprosse, indem die untergetauchten Blätter sehr fein geschlitzt sind, während die späteren allmählich in die Luftform übergehen (Fig. 98 *A—D*).

Einen zweiten Fall von Atavismus bilden diejenigen Organe der inconstanten oder Mittelrassen, welche das Gepräge der Mutterart



Fig. 99. *Robinia Pseud-Acacia monophylla.* *A* einfaches Blatt, *B C* atavistische Blätter.

Fig. 100. *Fraxinus Ornus monophylla.* *A* Zweig mit einscheibigen Blättern, *B C* Uebergänge zu gefiederten Blättern.

mehr oder weniger genau wiederholen. Auch davon habe ich die Beispiele bereits mehrfach zusammengestellt[1] und kann ich mich hier also auf einen einzigen Fall beschränken. Ich wähle die Monophyllie und gebe in Fig. 99 und 100 die Abbildungen monophyller Blätter von *Robinia Pseud-Acacia monophylla* und *Fraxinus Ornus monophylla* nebst Uebergängen zu den normalen gefiederten Blättern dieser Bäume. Diese zeigen meist 1—2 Seitenblättchen, bisweilen, namentlich bei

[1] Vergl. namentlich oben S. 526.

Robinia, auch mehrere, und werden dann zu gefiederten Blättern, welche sich nur noch durch eine geringere Anzahl von Blättchenpaaren von den typischen Arten unterscheiden.[1]

Diese und ähnliche Fälle, in denen sämmtliche Individuen einer Rasse an ihren eigenen Organen oder doch in ihren Kindern die Erscheinung des Atavismus zeigen können, sind hier selbstverständlich auszuschliessen.[2]

Ebenso sind jene Fälle auszuschliessen, wo vorelterliche zusammengesetzte Eigenschaften dadurch wieder erzeugt werden, dass solche unter ihren Nachkommen, in denen die einzelnen Factoren getrennt zur Schau treten, auf sexuellem Wege verbunden werden. In unserer Besprechung der Zerlegung der Blüthenfarben haben wir diesen Process als hybridologische Synthese behandelt; es möge somit hier genügen, darauf hinzuweisen (s. oben S. 200).

Den besprochenen, regelmässig eintretenden und somit normalen Fällen von Atavismus stellen wir die seltenen gegenüber, welche gerade durch diese Seltenheit zeigen, dass sie zu dem Gebiete der Mutationen gehören. Es handelt sich hier um zufällige Abweichungen, in denen eine Pflanze zu irgend einem Merkmale oder zu irgend einer Combination von Merkmalen zurückkehrt, welche ihre nächsten Vorfahren nicht besassen, welche aber ihren entfernten Vorfahren zukamen. Ueber diese Vorfahren entscheidet in der Regel die systematische Verwandtschaft. Die betreffenden Abweichungen können auf generativem oder auf vegetativem Wege erzeugt werden.

In den meisten Fällen scheint es keinem Zweifel unterworfen zu sein, dass Bastardirungen dabei nicht im Spiele sind. Namentlich gilt dieses dort, wo es sich um Merkmale handelt, deren systematische Träger zu wenig Verwandtschaft besitzen, um sich gegenseitig kreuzen zu können, oder die, wo sie solches thun, doch das ganze Gepräge der Nachkommen so stark verändern, dass die Bastardnatur sofort ersichtlich wird. Ich führe als Beispiel einen Spross von *Equisetum Telmateja* an, den ich im Juli 1868 im Freien bei Céligny unweit Genf fand (Fig. 101). Diese Art hat bekanntlich im Frühjahr kleine, braune, unverzweigte Sprosse mit je einer fructificativen Aehre, und im Sommer hohe, grüne, verzweigte aber sterile

[1] Vergl. auch Bd. I, S. 136, *Fragaria vesca monophylla* und Fig. 38 ebendaselbst.

[2] Ueber Atavismus vergleiche man Y. Delage, *L'hérédité.* S. 242—254; J. H. F. Kohlbrugge, *Der Atavismus.* 1897; J. C. Ewart in *Proceed. Roy. Soc. London.* LXV, S. 243, und die von diesen Schriftstellern citirte Literatur. Ueber Atavismus durch Knospenmutation vergleiche man ferner den letzten Abschnitt.

Sprosse. Die abgebildete Anomalie stellt einen Sommerspross mit einer sporentragenden Aehre vor, also eine Combination beider Typen, welche als ein Rückschlag auf jene Vorfahren aufgefasst werden kann, in denen, wie in *Equisetum palustre, limosum* u. s. w., die Trennung der generativen und der sterilen Sprosse noch nicht eingetreten war.

Fig. 101. *Equisetum Telmateja.* Sommerspross mit grünen Aesten und einer endständigen Sporen-Aehre.

Offenbar kann diese Anomalie aber nicht einer Kreuzung mit einer solchen Art zugeschrieben werden.

Eher könnte man solches noch von den zahlreichen Rückschlägen im Gartenbau annehmen, und wir haben gesehen, dass Vieles, das hier als Atavismus bezeichnet wird, einfach eine Folge von Nachbarkreuzungen ist und also besser Vicinismus genannt würde (s. oben S. 383).

Dieses gilt aber nicht von jenen Fällen, in denen die Vermehrung vorzugsweise eine vegetative ist, wie bei den meisten Blumenzwiebeln. Dennoch sind auch hier Rückschläge gar nicht selten, bisweilen, namentlich bei Tulpen, so häufig, dass sie wesentlichen Schaden verursachen. Die Züchter nennen dann solche Exemplare Diebe, da sie die Ernte um je eine ganze Zwiebel vermindern (Fig. 102).

Es würde mich viel zu weit führen, hier auf die lange Reihe von Beobachtungen einzugehen, welche als Atavismus in der Literatur aufgeführt worden sind. Auch werde ich auf die wichtigsten Beispiele von Atavismus durch Knospenvariation noch zurückzukommen haben, wenn ich diese Erscheinungen im letzten Abschnitt behandeln werde.

Fast überall erscheint bei näherer Prüfung die Hypothese eines Kreuzungseinflusses als völlig überflüssig und dem Thatbestande nicht entsprechend. Wer sich hier eine klare Ansicht bilden will, findet das beste Material in HEINRICHER's bereits mehrfach erwähnten Untersuchungen über die Vererbung atavistischer Erscheinungen in der Gattung *Iris*. Die culturellen Bedingungen schliessen hier jede Erklärung der beschriebenen Verhältnisse durch Bastardirung durchaus aus; dennoch tragen diese offenbar den Charakter des Atavismus, indem sie auf Vorfahren hinweisen, denen gerade die unterscheidenden Merkmale der Gattung in der Ausbildung des Kelches und der Krone sowie in der Anzahl der Staubfäden fehlen.[1] Nach den Darlegungen HEINRICHER's scheint es mir völlig einleuchtend, dass der betreffende Fall nicht vereinzelt dasteht, sondern geradezu als das Muster für eine lange Reihe hierher gehöriger, aber vorläufig nur ungenügend bekannter Erscheinungen hingestellt werden muss.[2]



Fig. 102. *Papagei-Tulpe A.* Mit einem auf vegetativem Wege entstandenen Tulpen-Diebe *B.* Aus den Culturen der Herren E. H. KRELAGE und Sohn, Haarlem 1891.[3]

Wenn ich also folgere, dass Atavismus in weitaus den meisten beschriebenen Fällen ganz unabhängig von etwaigen Kreuzungen aufzutreten pflegt, so behaupte ich damit doch keineswegs die Unmöglichkeit, dass er gelegentlich nach Bastardirungen und sogar als Folge dieser erscheint. Bei den MENDEL'schen Bastarden scheint der Vorgang aber wesentlich auf die hybridologische Synthese erloschener zusammengesetzter Merkmale aus ihren activ gebliebenen, aber

[1] E. HEINRICHER, *Versuche über die Vererbung von Rückschlagserscheinungen bei Pflanzen*, PRINGSHEIM's Jahrbücher. Bd. XXIV, und die dort S. 65 citirte Literatur. Ders., *Iris pallida Lam. abavia.* Biolog. Centralbl. XVI, Nr. 1. 1896.

[2] Vergl. auch BATESON's neueste Schrift, *MENDEL's principles of Heredity.* 1902.

[3] Vergl. SOLMS-LAUBACH, *Weizen und Tulpen und deren Geschichte.* 1899. S. 71.

getrennten einzelnen Factoren zurückzuführen zu sein. Bei den unisexuellen Kreuzungen scheint die Sachlage allerdings eine andere, und ich erinnere an das oben (S. 104) beschriebene Auftreten von einzelnen *Biennis*-ähnlichen Bastarden nach einer Kreuzung von *Oenothera Lamarckiana* und *O. cruciata varia* und an andere entsprechende Beobachtungen. Aber das innere Wesen der Beziehungen, welche man als Atavismus zu bezeichnen pflegt, ist hier fast überall noch völlig unklar und umfangreicher Untersuchungen sehr bedürftig.

§ 12. Die Hypothese von Kreuzungen in der Prämutationsperiode.

Die ziemlich vagen, im Vorhergehenden erörterten Vorstellungen, welche jetzt noch über die möglichen Folgen von Bastardirungen verbreitet sind, lassen wohl bei manchem Leser die Frage auftauchen, ob nicht die im ersten Bande beschriebenen Mutationserscheinungen von *Oenothera Lamarckiana* in irgend einer Weise ihr neues Gepräge, ihr von den bisherigen Beobachtungen scheinbar so stark abweichendes Verhalten, einer Bastardirung verdanken mögen.

Es scheint mir deshalb wünschenswerth, die hier möglichen Vermuthungen etwas eingehender zu zerlegen, um zu sehen, welche Bedeutung man ihnen, einerseits für die Erklärung der Beobachtungen selbst, und andererseits für die Anwendung dieses Beispieles auf den Satz von der Entstehung der Arten durch Mutation, beimessen kann.

Sollen Bastardirungen als Ursache der Mutationsvorgänge im Spiele sein, so fragt es sich offenbar erstens wann diese hypothetischen Kreuzungen stattgefunden haben sollen, und zweitens zwischen welchen Eltern?

Auf die erstere Frage lautet die Antwort selbstverständlich: Am Anfang der Periode der Mutabilität. Für diesen Anfang habe ich im ersten Bande den Namen der Prämutation vorgeschlagen (S. 352). Wir fragen also, ob in der Prämutationsperiode vielleicht Kreuzungen stattgefunden haben können, welche die Mutabilität herbeiführten, oder welche doch wenigstens ihr Wesen beeinflussten und ihre Richtung bestimmten. Zu welcher Zeit für die *Oenothera Lamarckiana* die Prämutationen stattfanden, ist vorläufig noch unbekannt. Im ersten Bande habe ich auf S. 356 die beiden Möglichkeiten erörtert, dass diese inneren Umwandlungen auf dem Hilversumer Fundort, also zwischen den Jahren 1870—1886, stattgefunden haben können, oder dass sie älter seien, und dass die Pflanze bereits mutabel wäre, als sie sich dort zu verbreiten anfing. Im ersteren Falle sind Kreuzungen selbstverständlich ausgeschlossen, weil ja dort

nur die *O. Lamarckiana* und ihre abändernden Nachkommen gefunden worden sind. Im zweiten Falle wird die Hypothese eine sehr vage, namentlich weil über das Vorkommen dieser Art in Amerika, über ihre Uebersiedelung nach Europa (vor 1796, vergl. Bd. I, S. 317), und über ihre nachherige Verbreitung daselbst in der Cultur und im Freien sehr wenig bekannt ist. War die Art vielleicht bereits in Amerika mutabel, bevor sie transportirt wurde? Und beziehen sich meine Beobachtungen vielleicht nur auf die Reste einer bereits viel älteren Mutationsperiode? Hierüber wird man sich erst ein Urtheil bilden können, wenn die *O. Lamarckiana* in Amerika darauf geprüft sein wird, ob sie an ihren ursprünglichen Fundorten mutabel ist oder nicht.

Jetzt komme ich zu der Frage, welche Arten vielleicht durch ihre Kreuzung die Mutabilität der *O. Lamarckiana* bedingt haben können? Diese lässt sich wiederum in zwei Theile zerlegen. Ist vielleicht die *O. Lamarckiana* selbst keine ursprüngliche Art, sondern nur eine Bastardrasse? Oder ist sie eine gute Art, welche nur ihre Mutabilität etwaigen Kreuzungen verdanken soll? Die erstere Frage kann offenbar für alle systematischen Arten aufgeworfen werden, da es ja, wie wir in § 6 (S. 496) dieses Abschnittes gesehen haben, zwischen reinen und Bastardarten keine entscheidenden Unterschiede giebt. Namentlich ist auf die theilweise Sterilität des Blüthenstaubes und der Samenknospen hier kein Gewicht zu legen, weil solches ja auch bei anderen Arten derselben Gattung gefunden wird. Wissenschaftlichen Werth würde diese Behauptung aber erst dann erlangen, wenn man zwei andere Arten als die vermuthlichen Eltern bezeichnen könnte. Und solange dieses nicht möglich ist, entzieht sich die Hypothese jeder weiteren Discussion. Wäre es aber möglich, so würde daraus noch gar nicht hervorgehen, dass nun diese Kreuzung auch die Ursache der Mutationserscheinungen sein könnte. Denn nach unseren jetzigen Kenntnissen müsste die Kreuzung, welche doch wohl eine unisexuelle sein sollte, um den gestellten Anforderungen zu entsprechen, entweder zu einer constanten, also zu einer immutablen Bastardrasse oder doch daneben nur zum Auftreten atavistischer Erscheinungen führen (oben S. 66 und S. 103). Diese Hypothese würde somit wohl noch einer ganzen Reihe von Hülfshypothesen bedürfen, um alle die im ersten Bande beschriebenen Mutationen erklären zu können.

Es bleibt also nur die Frage übrig, ob die *O. Lamarckiana* zwar eine gute Art ist, aber irgendwo und zu irgend einer Zeit, also nur in einem Theile ihrer Individuen dadurch mutabel geworden sei, dass sie zufällig mit anderen gekreuzt wurde. Solche zufällige Kreuzungen sind gewiss möglich und finden in botanischen Gärten,

wenn mehrere Arten zusammen wachsen, ohne Zweifel sehr vielfach statt. Können sie aber den ihnen zugeschriebenen Erfolg haben?

Dies erscheint mir in jeder Hinsicht äusserst unwahrscheinlich. Erstens habe ich eine lange Reihe von Kreuzungsversuchen unter den nächsten Verwandten der *O. Lamarckiana* und zum Theil mit dieser selbst gemacht, und nie die Spur einer neuen Mutabilität entdecken können. Zweitens haben wir im ersten Abschnitt dieses Bandes (§ 2, S. 11) gesehen, dass die Eigenschaften der Bastarde auf diejenigen ihrer Eltern beschränkt sind. Man wird dadurch, wenn man den Boden der Thatsachen nicht einfach verlassen will, genöthigt weiter zu fragen, woher die verschiedenen Eigenschaften aller meiner neuen Arten rühren können. Will man eine einzige Kreuzung als Ursache für den ganzen Kreis der Erscheinungen annehmen, so müsste der hypothetische Urvater zugleich *gigas* und *nanella, lata* und *brevistylis, rubrinervis* und *laevifolia, scintillans* und *oblonga* gewesen sein, u. s. w. Bis man aber eine solche Art im Freien findet, scheint mir die Hypothese eine weitere Beachtung kaum zu verdienen.

Andererseits könnte man vermuthen, dass meine neuen Arten nur scheinbar neu sind, und thatsächlich früher irgendwo in Nordamerika im Freien als gute Arten gelebt haben und vielleicht noch leben. Wäre dann die *O. Lamarckiana* nach einander mit allen diesen Typen gekreuzt, und hätte sie von jeder Verbindung einen latenten Rest beibehalten, so würde eine Reihe weiterer Hülfshypothesen wohl zur Erklärung meiner Beobachtungen leiten können. Aber weder von *O. lata* noch von *O. brevistylis,* und viel weniger von den nur als Artanfänge (Bd. I, S. 298) auftretenden Typen könnte man ein solches Vorkommen im Freien annehmen. Und überhaupt wäre das System dieser Vermuthungen ein viel zu complicirtes, um auf wissenschaftlichen Werth Anspruch erheben zu können.

Je eingehender man diese Vorstellungen untersucht, um so mehr schwindet ihre Bedeutung. Die erforderlichen Hülfshypothesen sind zu zahlreich; sie stehen dabei zum guten Theil mit den Thatsachen in Widerspruch, oder sind ihrem inneren Wesen nach äusserst unwahrscheinlich. Weder die Annahme von Kreuzungen zwischen jetzt noch lebenden Arten, noch die Hypothese von einer Reihe von ausgestorbenen Vorfahren können die Mutationsperiode erklären, oder auch nur unserem Verständnisse um ein Geringes näher bringen. Die Erklärung muss offenbar in einer ganz anderen Richtung gesucht werden.

Es erübrigt noch eine Form dieser Vorstellungen zu erörtern, welche sich den Thatsachen am nächsten anschliesst. Ich meine die

Annahme, dass meine neuen Arten, jede nur durch eine einmalige Mutation aus der Mutterart hervorgegangen sind, und dass das spätere wiederholte Auftreten die Folge einer Kreuzung der *O. Lamarckiana* mit dieser ersten Mutante ist. Die Prämutation wäre dann eigentlich die Mutation, die beobachteten Mutationen selbst wären dann nur Bastardspaltungen. Und nach den Auseinandersetzungen des § 7 dieses Abschnittes (S. 503) wäre es dabei sogar gleichgültig, ob die erste Mutation nur zu mutirten Sexualzellen oder auch zu mutirten Individuen geführt hätte.

Diese, wie mir scheint völlig berechtigte Frage bedarf offenbar zu ihrer Beantwortung noch einer langen Reihe von Versuchen. Solange diese nicht ausgeführt worden sind, läuft man grosse Gefahr, der Bezeichnungsweise der Beobachtungen ein überwiegendes Gewicht beizulegen. Die Antwort kann einstweilen ruhig dahingestellt bleiben.[1] Denn weder für das Verständniss unseres speciellen Falles, noch auch für dessen Anwendung auf die Abstammungslehre ist sie erforderlich. Namentlich wird die unten vorzuführende Hypothese von den geologischen Mutationsperioden und von der iterativen Artbildung von ihr offenbar nicht berührt.

IV. Die Inconstanz der verbänderten Rassen.

§ 13. Die Erblichkeit der Verbänderungen.

Verbänderungen oder Fasciationen sind im Pflanzenreich wohl die am häufigsten vorkommenden Anomalien.[2] Bis vor etwa zehn Jahren nahm man für sie, wie für die Monstrositäten im Allgemeinen an, dass sie nicht erblich seien, sondern nur äusseren Einflüssen ihre Entstehung verdanken. Der Hahnenkamm, *Celosia cristata*, galt als eine Ausnahme von dieser Regel. Allerdings wusste man, dass die Erscheinung bei einigen Arten mehrfach, bei anderen nur sehr selten auftritt, aber man begnügte sich mit der Auffassung, dass die eine

[1] Es sei mir an dieser Stelle gestattet, mir die Bastardirungs- und Mutationsversuche in der Untergattung *Onagra* zu dem obigen Zwecke vorzubehalten. Sie sind bereits in verschiedenen Richtungen in Angriff genommen worden.

[2] Vergl. A. Gallardo, *Fasciación, Proliferación y Sinantia.* Anales del Museo Nacional de Buenos Aires. T. VI. S. 37—45.

Pflanze eine grössere Neigung zu solchen Anomalien besitze als die andere.

Seitdem es mir gelungen ist, für eine Reihe anscheinend zufälliger Fasciationen, durch Isolirung und Weiterzucht der betreffenden Individuen, Rassen darzustellen, in denen die Abweichung sich regelmässig und in einer erheblichen Anzahl der Exemplare wiederholt, steht es fest, dass es sich hier um erbliche Anlagen handelt, welche in bestimmten Gruppen von Individuen von der einen Generation auf die andere übertragen werden, und welche sich eigentlich nur darin von den Merkmalen gewöhnlicher Varietäten unterscheiden, dass sie immer von Rückschlägen begleitet sind. Niemals sind alle Aeste auf einem ausreichend verzweigten Exemplare verbändert, und ebenso wenig weisen alle Individuen einer grösseren Aussaat ausnahmslos die Anomalie auf. Sogar die *Celosia cristata,* welche in dieser Hinsicht der Vollkommenheit am nächsten kommt, macht von der genannten Regel nur scheinbar eine Ausnahme.



Fig. 103. Zweigabelige und dreigabelige Roggenähren, wie sie bisweilen beim Mähen des Getreides auf den Aeckern gefunden werden (1891).

Für die Lehre von den inconstanten Eigenschaften bilden somit die Verbänderungen einen sehr wichtigen Fall. Dazu kommt, dass sie allgemein bekannt, Jedem zugänglich und ziemlich leicht zu cultiviren sind, und dass gelungene Culturen in einem Drittel oder mehr der Individuen schöne Verbänderungen aufzuweisen pflegen. Zwischen den Atavisten und den besten Erben giebt es dabei eine vollständige Reihe von Uebergängen, indem die Verbreiterung der Achse bald eine sehr geringe, bald eine ganz bedeutende sein kann und die Zwischenstufen häufig sogar an den Seitenzweigen einer einzelnen Pflanze beobachtet werden.

Als Hauptergebniss der jetzt folgenden Darstellungen möchte ich den Satz in den Vordergrund stellen, dass die Atavisten oder

unverbänderten Exemplare der Rasse nur in morphologischer Hinsicht als Rückschläge zu betrachten sind, dass sie aber in physiologischer Beziehung, d. h. in ihrer Bedeutung für die Vererbung der Verbänderung, den besten Erben der Rasse nur unwesentlich nachstehen. Die fragliche Eigenschaft ist in ihnen nur latent, und zwar nur vorübergehend unsichtbar, vielleicht nur durch den Mangel der erforderlichen Lebensbedingungen unausgebildet geblieben. Die Atavisten treten aus der Rasse nicht aus, wie z. B. diejenigen der *Oenothera scintillans*; die Rasse bildet



Fig. 104. *Ranunculus bulbosus.* Ein bandförmiger Stengel aus einer verbreiterten Rosette von Wurzelblättern emporgewachsen. Auch die Gipfelblüthe ist verbreitert, aber gespalten. Hilversum 1894.

eine einheitliche Gruppe von Individuen, und unterscheidet sich von den constanten Rassen oder echten Varietäten nur durch die auffallend starke Variabilität ihrer Merkmale.

Diese Variabilität bezieht sich nicht nur auf den Grad der Verbreiterung der Achse, sondern auch auf die Art und Weise, in der sich die Anomalie äussert. Zunächst unterscheidet man die gespaltenen Zweige von den im eigentlichen Sinne verbänderten. Auf den Roggenfeldern werden bekanntlich bisweilen gespaltene Aehren gefunden (Fig. 103) und von den Landleuten getrennt aufbewahrt. Die Achse der Aehre ist ein oder mehrere Male getheilt; die Gabel-

äste sind jeder für sich aber normal gebaut. Auch kann der Halm unterhalb der Aehre gespalten sein und zwei gewöhnliche Aehren neben einander tragen. Solche Gabelungen sind auch bei anderen Pflanzen keineswegs selten, und kommen meist in Verbindung mit den typischen Verbänderungen vor.

Diese letzteren sind entweder von unten bis oben von derselben Breite, also im eigentlichen Sinne bandförmig, oder sie fangen unten mit cylindrischer Form an und flachen sich aufwärts allmählich ab. Der letztere Fall ist der normale; von ihm ist der erstere abgeleitet. Und zwar entweder so, dass es sich um eine zwei- oder mehrjährige Achse handelt, oder um die Seitenzweige bereits selbst verbänderter Aeste. Zwei- oder mehrjährige Achsen fangen im ersten Jahre mit dem normalen kreisrunden Querschnitt an, und können dann noch in demselben Sommer eine maximale Breite erlangen, welche sie dann in späteren Jahren beibehalten. Solches beobachtet man namentlich an Stengeln, welche aus einer im Vorjahre gebildeten Rosette von Wurzelblättern emporspriessen (*Crepis biennis, Aster Tripolium, Picris hieracioides, Primula japonica, Ranunculus bulbosus* [Fig. 104] u. s. w.). Auf Bäumen und Sträuchern, und namentlich auf der Tanne (*Abies excelsa*) wiederholt sich eine einmal eingetretene Fasciation oft viele Jahre hinter einander.[1] Seitenzweige verbänderter Achsen haben oft eine verbreiterte Basis, und wachsen dann von dieser aus ohne weitere Zunahme der Breite empor (*Tetragonia expansa, Crepis biennis* u. s. w.).



Fig. 105. *Viola tricolor maxima,* das Gartenstiefmütterchen. Ein gabelig gespaltener Blüthenstiel in der Achsel eines verdoppelten Blattes (*a a*); *s s* die äusseren Stipeln, *s'* die inneren, nicht gespaltenen Stipeln dieses Blattes. Die Fortsetzung der Hauptachse ist seitlich abgebogen worden (*b*).

[1] C. de Candolle, *Fasciation chez un Sapin.* Archiv. Sc. phys. et nat. 1889. T. XXI. p. 95, Taf. II und *Over de erfelykheid der fasciatiën.* Botan. Jaarboek. 1894. Taf. XI.

Wie der Grund eines Seitenzweiges, so kann auch die Anlage eines Blattes auf einer Fasciation in die Breite wachsen. Es entstehen dann breitere oder mehr oder weniger tief gespaltene Blätter, nicht selten mit gleichfalls verbreiterten oder gespaltenen Achselsprossen (Fig. 105). Oder die Anlagen werden ganz früh getheilt,



Fig. 106. Der Krapp, *Rubia tinctorum*. Verbänderte Sprosse mit vergrösserter Anzahl der Blätter in den Wirteln. Auf einem Krappfelde unweit Ouwerkerk gefunden und am Rhizom abgebrochen. 1890.

und es bilden sich zwei, drei oder mehrere Blätter statt eines einzigen (Fig. 106), wie solches namentlich bei wirteliger Blattstellung oft schön gesehen wird.

Untersucht man die wachsende Spitze eines verbänderten Sprosses, so zeigt diese bereits den abnormalen Bau. Wo die Fasciationen sehr breite sind, leuchtet solches auch ohne eingehendere Untersuchung sofort ein, wie z. B. in dem im ersten Bande (S. 128) abgebildeten

Fall des *Sedum reflexum cristatum.* Auch an Infloreseenzen sieht man häufig im Gipfel solche verbreiterte Kämme, namentlich bei *Veronica longifolia* (Fig. 107), *Amarantus speciosus* (Fig. 47 auf S. 252), *Oenothera Lamarckiana* und *O. brevistylis* u. s. w. Eingehender sind diese Verhältnisse untersucht worden von NESTLER, der innerhalb der Endknospe eines fasciirten Zweiges regelmässig eine Vegetationslinie statt eines Vegetationspunktes, bezw. einen wachsenden Kamm statt eines Kegels nachweisen konnte.[1] Auf einem solchen Vegetationskamme entstehen die Blätter in grösserer Anzahl und in abnormaler Reihenfolge, und demzufolge pflegt die Blattstellung auf verbänderten Zweigen eine höchst unregelmässige zu sein. Doch harrt dieser für die ganze Blattstellungslehre offenbar so wichtige Gegenstand bis jetzt noch einer eingehenden Untersuchung. Namentlich wäre es sehr wichtig, die Verbänderungen bei den Coniferen in dieser Beziehung näher zu studiren, da hier ja unsere Kenntnisse über den normalen Bau des Vegetationspunktes so bedeutend tiefere sind als die bei den Angiospermen.[2] Und das Material fehlt keineswegs, ja ist sogar bei der *Cryptomeria japonica monstrosa* oder *fasciata* und einigen anderen Arten käuflich in reichlichem Maasse zu haben (Fig. 108).



Fig. 107. *Veronica longifolia.* Blüthenähre mit kammförmig verbreitertem Gipfel.

[1] A. NESTLER, *Untersuchungen über Fasciationen.* Oesterr. botan. Zeitschrift. Jahrg. 1894. Nr. 9 ff., mit 2 Tafeln.

[2] H. DINGLER, *Zum Scheitelwachsthum der Gymnospermen.* Ber. d. d. bot. Ges. Bd. IV. 1886. S. 18.

Neben flachen Fasciationen oder solchen, welche nur durch ungleichmässiges nachträgliches Wachsthum aus ihrer Ebene herausgebogen sind, kommen einige specielle, bis jetzt nur sehr wenig untersuchte Fälle ganz besonderer Ausbildung vor. Man weiss noch nicht, ob diese nur Aeusserungen derselben inneren Eigenschaft sind oder ob sie auf besondere Anlagen zurückgeführt werden müssen. Für letzteres spricht ihr morphologisches Verhalten, für das erstere aber die Thatsache, dass sie bis jetzt stets in Verbindung mit gewöhnlichen Verbänderungen beobachtet wurden, d. h. bei Arten, welche an solchen auch sonst reich sind. Ich führe als Beispiele die mehrstrahligen und die ringförmigen Verbänderungen an.



Fig. 108. *Cryptomeria japonica monstrosa*, eine an Verbänderungen reiche Handelsvarietät. *a* seitlich ausgewachsener, verbreiterter Gipfel eines Astes, der bei *d* einen normalen Zweig abspaltet; *b* und *c* weitere Fasciationen dieses Zweiges.

Bei den Ringfasciationen wird der Vegetationskegel in einen ringförmigen Wall umgebildet, der zu einem kleineren oder grösseren Trichter heranwächst. Bei *Veronica longifolia* fand ich diese merkwürdigen Bildungen in meinen Culturen mehrfach, doch bleiben sie hier meist klein, kaum einen Centimeter erreichend.[1] Dagegen beobachtete ich bei *Peperomia maculosa* eine solche Trichterbildung von über einem Decimeter Länge.[2] Am bekanntesten sind aber die Ringfasciationen bei *Taraxacum officinale*, welche in der Literatur mehrfach beschrieben sind, und welche ich selbst auch öfters die Gelegenheit hatte zu untersuchen.[3] Innerhalb eines dicken röhrenförmigen Blüthenstieles stehen hier viele, oft

[1] A. Nestler, *Ueber Ringfasciation.* Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. CIII, Abth. I. 1894. Tafel I—II.

[2] *Sur un spadice tubuleux du Peperomia maculosa.* Archives Néerlandaises d. sc. ex. et nat. T. XXIV. p. 258. Taf. XII. Die Anomalie hat sich später auf derselben Pflanze wiederholt (1892).

[3] Michelis, *Botan. Zeitung.* 1873, S. 334; 1885, S. 440. Die weitere Literatur findet sich bei Nestler a. a. O. Vergl. auch Paul Richter, über *Helianthus annuus.* Ber. d. d. bot. Ges. 1890. Bd. VIII. S. 231. Taf. XVI.

10—20 oder mehr dünnere Stiele, jeder in der Achsel eines Blattes und jeder eine ziemlich normale Inflorescenz tragend. Aus den Samen eines solchen Individuums cultivire ich seit Jahren ein grösseres Beet mit weit über 100 Pflanzen, welche zwar Verbänderungen, aber bis jetzt keine Ringfasciationen hervorbringen.

Strahlenförmige Fasciationen fand ich bisweilen in meinen Culturen von *Amarantus speciosus* neben den häufigeren gewöhnlichen Verbänderungen.[1] Der Gipfel der Inflorescenz bildete nicht eine Linie, sondern eine drei-, bisweilen sogar vierstrahlige Figur (Fig. 109). Einen ähnlichen Fall beobachtete ich bei *Digitalis lutea,* und bei *Celosia cristata* fand ich auch vierstrahlige Sprossgipfel (1893). Bei Compositen sind dreistrahlig fasciirte Köpfchen mehrfach gefunden worden. So z. B. bei *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Helianthus annuus* und *Erigeron bellidiflorus;* bei letzterer Art in unserem Garten sogar in vielen Jahren und nicht gerade selten. Alle diese Fälle bedürfen einer näheren Untersuchung sehr.

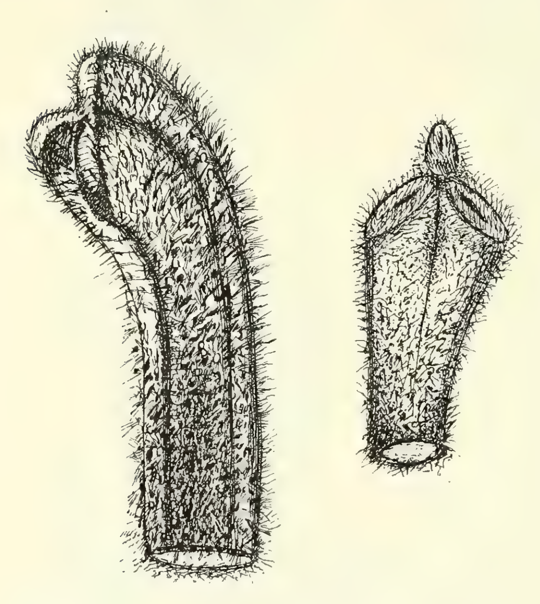


Fig. 109. *Amarantus speciosus.* Dreistrahlige Gipfel von Inflorescenzen. 1893.

Für das Auftreten einer Verbänderung reicht es nicht aus, dass die innere Anlage dazu vorhanden sei. Günstige Lebensbedingungen sind durchaus erforderlich. Je kräftiger eine Pflanze oder auch ein Zweig ist, um so grösser ist ihre Aussicht, sich zu verbreitern und abzuflachen. Dieses sieht man am besten bei solchen zweijährigen oder perenirenden Pflanzen, welche gelegentlich auch im ersten Jahre Blüthenstengel bilden können. Thun sie dieses, so treten oft nur geringe, bisweilen gar keine Verbänderungen ein, während unter den Exemplaren, welche im ersten Jahre Rosetten von Wurzelblättern bleiben, und ihren Stengel erst im zweiten Jahre, also nach bedeuten-

[1] *Over de erfelykheid van fasciatien.* Botanisch Jaarboek Gent. 1894. S. 90.

der Erstarkung treiben, die zahlreichsten und schönsten Fasciationen gefunden werden. So erhielt ich z. B. durch die Güte des Herrn Prof. von Lagerheim aus Stockholm Samen eines fasciirten *Hieracium umbellatum,* und hatte aus diesen im Sommer 1901 ein Beet mit nahezu 100 blühenden Pflanzen, aber ohne Spur von Verbänderung (vergl. oben S. 492). Einige Pflanzen trieben aber keinen Stengel und als ich diese überwintert hatte, brachten sie mir im nächsten Jahre sehr schöne verbreiterte Stengel mit kammförmigen Blüthenköpfchen am Gipfel. Ebenso verhielten sich in meinen Culturen *Aster Tripolium, Picris hieracioides, Oenothera Lamarckiana* u. a. Die erstere Art bildete bei einjähriger Cultur hohe Stengel, welche in ihrer unteren Hälfte meist cylindrisch blieben, und sich dann allmählig abflachten, um aber keine grössere Breite, als von etwa 2·5 Cm. zu erreichen. Solcher Exemplare gab es in grösseren Aussaaten aber bisweilen bis zu 60 und 70 %. Bei zweijähriger Cultur verbreitern sich aber im ersten Herbst oder im Winter die Herzen der Rosetten allmählig, und aus diesen gehen dann Stengel hervor, welche zum Theil eine weit ansehnlichere Breite besitzen. So z. B. im Sommer 1895 von 3—6 Cm. *Picris hieracioides* bringt im ersten Jahre nur selten und nur ziemlich unbedeutende Verbänderungen hervor, während die aus den verbreiterten Rosetten von Wurzelblättern im zweiten Lebensjahre hervorgehenden Stengel zu den schönsten Beispielen dieser Anomalie rechnen.[1]

Ebenso wie das Alter der verschiedenen Individuen einer Cultur, hat auch die Aussaat je nach der Jahreszeit einen grossen Einfluss auf das Auftreten und die Ausbildung der Verbänderungen. Manche zweijährige oder perennirende Pflanze, welche bei normaler Saat im Frühjahr das Merkmal der Rasse bald zur Schau trägt, bleibt anscheinend normal, wenn sie zu spät ausgesät wird, und also vor Eintritt des Winters sich nicht in genügendem Maasse erstarken kann. Meine fasciirten Rassen von *Crepis biennis* und *Taraxacum officinale* sind in dieser Beziehung sehr lehrreich. Die Aussaaten von *Crepis* von April und Mai gaben bis 30 und 40% schön verbänderte Individuen, die Ende Juli gemachte Aussaat nur 20 %, diejenige vom September gar keine. Ebenso gaben Samen von *Taraxacum officinale,* welche bei Aussaat im Frühling 13—27 % Verbänderungen hervorbrachten, bei einer Saat im August keinen einzigen abgeflachten Blüthenstiel.

[1] *Sur la culture des monstruosités.* Compt. rend. Paris, Janv. 1899. *Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles,* Revue gén. d. Bot. 1899, T. XI, p. 136 und *Ueber die Abhängigkeit der Fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen.* Botan. Centralblatt. 1899. Bd. LXXVII.

In solchen Rassen sind alle Lebensumstände von Bedeutung. Durch Dichtsaat kann man den Procentsatz der Erben herabsetzen, z. B. von 40 auf 5 $^0/_0$. Sogar, wenn man die Anzahl der Verbänderungen auf die Flächeneinheit der Beete berechnet, geben wenige Exemplare eine bessere Aussicht auf Verbänderungen als viele, aber zu dichtstehende. Durch Cultur auf ziemlich sterilem Sande verringert man die Zahl der Fasciationen, durch Düngung nimmt sie zu. Durch Topfcultur in stark gedüngter Gartenerde im Anfang, und nachträgliches Auspflanzen auf den Beeten bekommt man die zahlreichsten und schönsten Anomalien, u. s. w.[1]



Fig. 110. *Agrostemma Githago.* Eine Pflanze, deren Hauptachse bei *o* abgeschnitten wurde. Die Cotylen sind bei *c* und *c'* abgefallen; ihre Achselsprosse sind verbändert und tragen statt decussirter Blätter mehrgliederige Wirtel. Sie spalten sich hier und dort in den Knoten, die Gabelzweige *a*, *b* und *c* sowie *d*, *e* und *f* bildend. Oberhalb *f* ist der Kelch der Blüthe (*k k*) spiralig und mit dem obersten Laubblatte (*b*) verwachsen, der Blüthenstiel dadurch gekrümmt. Cult. 1892.

Ferner kann man durch Beschneiden und durch die dabei gemachte Wahl der Knospen einen wesentlichen Einfluss auf das Auftreten von Verbänderungen, wie von Monstrositäten im Allgemeinen ausüben. So sagt Goebel in seiner Organographie[2], „dass man künstlich Fasciationen erzeugen kann, dadurch, dass der „Saft“ rasch und mit grosser Intensität in eine Seitenknospe geleitet wird, die sonst nur einen kleinen Theil desselben erhalten hätte. Deshalb finden wir Fasciationen besonders häufig an Stockausschlägen und Wasserreisern, und auch bei einjährigen Pflanzen (*Phaseolus multiflorus, Vicia Faba*) lässt sich Fasciation hervorrufen, wenn man die Hauptsache über den Kotyledonen abschneidet.“ Eine Pflanze, welche besonders geeignet ist für die Demonstration des letzteren Falles, ist *Agrostemma Githago*, welche in meinen Culturen sich stets reich an Anomalien zeigte, solche aber vorzugsweise hervorbringt, wenn man im Frühling

[1] *Botan. Centralblatt*, 1899, a. a. O.
[2] Bd. I, S. 164.

die Achse oberhalb der Cotylen oder des ersten Blattpaares wegnimmt. Die Achselsprosse, welche sonst gewöhnlich sich nicht ausbilden, wachsen dann hervor und werden dabei häufig fasciirt (Fig. 110).

Mit dem Einflusse der Ernährung hängt auch die Periodicität zusammen. Seitenzweige fasciirter Sprosse sind meist von normalem Bau, aber doch auch gar nicht selten mit verbänderten untermischt. Diese zeigen dann eine gewisse Regelmässigkeit in ihrer Stellung, indem sie vorzugsweise dort gefunden werden, wo auch andere, normale und abnormale Eigenschaften das Maximum ihrer Entwickelung erreichen.[1] Diese, namentlich in der fasciirten Rasse von *Tetragonia expansa* leicht zu demonstrirende Erscheinung, bedarf aber noch sehr einer eingehenden Prüfung.

Hauptsache scheint mir aber zu sein, wie wohl am klarsten von Goebel in seinem erwähnten Werke betont worden ist, dass überall, wo äussere Einflüsse Verbänderungen, oder Anomalien im Allgemeinen, hervorrufen, die latente Anlage dazu vorhanden sein muss. Fehlt diese, so helfen alle Operationen nichts. Allerdings scheint die Anlage zu Verbänderungen im Pflanzenreich äusserst allgemein verbreitet zu sein, doch wohl nicht so allgemein, dass sie nicht gewissen Gruppen fehlen könnte. So ist es ja auffallend, dass Fasciationen weit zahlreicher bei Dicotylen als bei Monocotylen vorkommen, obgleich sie bei den letzteren gerade einzelne sehr bekannte Beispiele aufzuweisen haben (*Asparagus, Lilium, Fritillaria, Orchis* u. s. w.).

§ 14. Halbrassen mit erblicher Verbänderung.

Nur wenn man besonders zu diesem Zwecke Aussaaten macht, lässt es sich endgültig entscheiden, ob bei einer gegebenen Art die Fasciation erblich ist, und in welchem Grade. Macht man aber solche Culturen, so kommt man bald zu der Ueberzeugung, dass es hier zwei Haupttypen giebt, welche unseren im ersten Bande unterschiedenen Halb- und Mittelrassen durchaus analog sind. (Bd. I, S. 422). Im ersteren Fall sind die Anomalien seltene, und lassen sie sich durch Selection nur wenig häufiger machen. Im zweiten Fall kommen die Verbänderungen auch im Freien auffallend häufiger vor, und bedarf es nur der Isolirung der betreffenden Exemplare um sofort eine an Fasciationen reiche Rasse zu erhalten. Die Versuche sind ganz denen

[1] Vergl. T. Tammes, *Ueber die Periodicität morphologischer Erscheinungen bei den Pflanzen.* Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam 1903.

analog, welche wir bei anderen Anomalien beschrieben haben, und namentlich verhalten sie sich in der Hauptsache wie die Tricotylen und syncotylen Züchtungen (vergl. Bd. II, S. 212). Nur fehlt bei den Verbänderungen das dort vorhandene äusserst scharfe Selectionsmerkmal, welches die Keimpflanzen geben, und ist daher die weitere Ausbildung der Rasse durch Zuchtwahl, nach der anfänglichen Isolirung, eine viel schwierigere.

Indem wir die typischen Mittelrassen für den nächsten Paragraphen aufbewahren, wollen wir jetzt versuchen eine Uebersicht über die seltener vorkommenden Fälle zu geben. Leider reichen die vorhandenen Erfahrungen in manchen Beispielen noch nicht aus, um mit völliger Sicherheit zu entscheiden, welche von den beiden fraglichen Rassen vorliegt.



Fig. 111. *Evonymus japonica.* Ein verbänderter, vielfach gespaltener Zweig dieser gewöhnlichen Gartenpflanze. *a b* Jahrestriebe von 1898, *c d* von 1900. Photogr. Aug. 1900, nach dem Leben.

Verbänderungen kommen bei einigen käuflichen Pflanzensorten so häufig vor, dass Jeder sie leicht bekommen kann, sei es dass die fraglichen Varietäten in ihrem Namen diese Eigenschaft verdanken, wie z. B. der Schwert-Hollunder (*Sambucus nigra fasciata*), sei es, dass sie nur als nebensächliche Erscheinung auftreten, wie beim japanischen Spindelbaum (*Evonymus japonica*, Fig. 111). Wo die Sorten vorwiegend oder ausschliesslich auf vegetativem Wege vermehrt werden, besteht die Möglichkeit, dass die Anomalie, trotz geringer Erblichkeit, doch eine sehr häufige Erscheinung sein kann, wie z. B. bei *Lilium speciosum album corymbiflorum* und bei der sogenannten schwertförmigen Varietät von *Fritillaria imperialis.* Auch die bekannten monströsen Cactus-Arten wären hier zu nennen (*C. peruvianus monstrosus*). Prüfungen dieser Missbildungen auf ihre Constanz bei Aussaat scheinen noch nicht gemacht worden zu sein.

Ebenso verhält es sich mit vielen Baumarten und Sträuchern, von denen jeder Sammler leicht verbänderte Zweige erhält. Ich

nenne aus meiner Sammlung beispielsweise *Fraxinus excelsior, Alnus glutinosa, Crataegus nigra, Azalea indica, Robinia Pseud-Acacia, Salix purpurea, Salix alba, Spiraea callosa atropurpurea.* Ferner erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. W. Johannsen in Kopenhagen sehr schöne, breite Verbänderungen der unterirdischen Ausläufer von *Spiraea sorbifolia* aus der Gärtnerei des Herrn Zeiner in Lessen. Es



Fig. 112. *Helianthus tuberosus.* Ein fasciirter Spross, der sich im Knoten bei *a* in zwei nahezu gleich starke Gabelzweige *b* und *c* spaltet. In der Gabelung stehen zwei Blätter (*d*), deren Mittelnerven mit ihrem Rücken zusammengewachsen sind.[1]

sind dies dieselben Verbänderungen, welche früher von Caspary beschrieben und abgebildet worden sind, und welche somit bei der genannten Art öfter vorzukommen scheinen.[2]

[1] Dieses merkwürdige Vorkommniss am Rücken verwachsener Blätter in der Gabelung gespaltener Zweige habe ich auch bei *Robinia Pseud-Acacia* und *Evonymus japonica* beobachtet (Pringsh, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XXIII, S. 81) und ebenso bei *Collinsia heterophylla* (1892), *Epilobium hirsutum* (1892), *Echium vulgare* (1892), *Chrysanthemum segetum* (1892), *Agrostemma Githago* (1892 und 1894), *Acer Pseudo-Platanus* (1891), *Crepis biennis* (1893), *Amarantus speciosus* (1894), *Mercurialis annua* (1894) und *Lamium purpureum* (1895).

[2] R. Caspary, *Eine gebänderte Wurzel von Spiraea sorbifolia L.* Schriften d. Physik. Oec. Ges. Königsberg. 1878. XIX. S. 149, Taf. IV. Es war aber keine Wurzel, vergl. Penzig, *Teratologie* I. S. 421.

Auch an perennirenden Kräutern kommen Verbänderungen haufig vor. Man beobachtet dann mehr oder weniger regelmässig, wenn man dieselbe Pflanze oder doch dieselbe Gruppe in verschiedenen Jahren untersucht, dass die Erscheinung sich wiederholt. So besitzen wir im botanischen Garten zu Amsterdam ein Exemplar von *Sonchus palustris*, auf welchem ich im Jahre 1890 zum ersten Male einen prachtvollen hohen verbänderten Stengel beobachtete. Seitdem zeigt die Pflanze fast jährlich eine oder mehrere solche Gebilde, bisweilen von 2 Meter Länge, bisweilen bis auf 1 Meter verkürzt und bis 6 Cm. an Breite auf einer Dicke von 1 Cm. erreichend. Unten, wo sie aus der Erde hervortreten, sind diese Stengel noch cylindrisch, nach oben verbreitern sie sich ganz allmählig.



Fig. 113. *Plantago lanceolata.* Zwei-, drei- und vierfach gespaltene Blüthenähren. Cultur 1894 u. 1895.

Aehnliche Fälle boten mir *Aconitum Napellus*, *Helianthus tuberosus* (Fig. 112) im Garten, *Justicia superba*, in den Gewächshäusern, *Agrimonia Eupatoria* und *Chrysanthemum Leucanthemum* im Freien. An ein- und zweijährigen Arten beobachtete ich Verbänderungen häufig, so namentlich in vielen Exemplaren desselben Standortes im Laufe einiger Jahre bei *Raphanus Raphanistrum*, *Pedicularis palustris* und *Oenothera biennis*, und in meinen Culturen von *Amarantus speciosus*, *Helianthus annuus* und *Oenothera Lamarckiana* wiederholte sich die Anomalie im Laufe von zehn Jahren fast jährlich.[1]

Zu den sehr bekannten Beispielen gehört auch die Zuckerrübe, von der man wohl jährlich hier und dort auf den Feldern verbänderte Samenträger findet. Oft kommen darunter ganz lange und breite, völlig flache Stengel vor. Obgleich sie selbstverständlich bei der Selection nicht berücksichtigt werden, beweist die regelmässige Wiederholung doch ohne weiteres die Erblichkeit der Anomalie.

Ferner erwähne ich noch *Plantago lanceolata* von der ich im ersten Bande die *var. ramosa* ausführlich beschrieben habe (Bd. I, S. 514), und welche ich seit 1889 alljährlich cultivire. Sie bildet von Zeit zu Zeit

[1] Ausführlicheres hierüber und weitere Beispiele findet man in *Over de erfelykheid der fasciatien.* Botanisch Jaarb. Gent 1894. S. 72.

gespaltene Blüthenähren (Fig. 113), namentlich unter den am Grunde unverzweigten, also atavistischen Inflorescenzen. Offenbar ist die Anomalie in dieser Rasse im latenten Zustande und in geringem Grade erblich.

Ebenso berichtet N. MEZZANA über einen verbänderten Stengel von *Cucurbita Pepo,* dessen Gipfel über einer Länge von 1 Meter sich allmählig verbreiterte und dicht mit Blättern und Blüthen besetzt war. An sehr verschiedenen Exemplaren, aus ebenso vielen Samen derselben Frucht hervorgegangen, wurde diese Erscheinung beobachtet, und MEZZANA schliesst daraus auf eine erbliche Tendenz zu dieser Anomalie.[1] Und der Umstand, dass ich selbst bei meinen Culturen von *Cucurbita Pepo* mehrfach solche Verbänderungen fand, bestätigt diese Folgerung. Auch bei *Artemisia Absynthium* sind Verbänderungen bisweilen sehr häufig; ich beobachtete sie namentlich in den Jahren 1883 (Fig. 114), 1887, 1888, 1889 und 1890, und bei der Aufzucht von Keimpflanzen wiederholte sich die Erscheinung in 1889 und 1891.[2] Diese Art empfiehlt sich auch wegen den merkwürdigen Formen, welche die verbänderten Zweige hier so häufig annehmen, ganz besonders zu weiteren Beobachtungen.



Fig. 114. *Artemisia Absynthium.* Ein verbänderter und dadurch stark gedrehter Zweig.

§ 15. Mittelrassen mit erblicher Verbänderung.

Von einigen Pflanzenarten findet man im Freien, wenigstens in gewissen Gegenden, viel häufiger fasciirte Exemplare als von anderen. Es deutet dieses, nach meiner Erfahrung, auf das Vorkommen bestimmter erblicher Rassen hin, deren Individuen mit den Exemplaren der normalen Art gemischt, oder stellenweise sogar für sich allein

[1] N. MEZZANA, *Sopra un caso di fasciazione nel fusto di Cucurbita Pepo.* Bull. d. Soc. Bot. Italiana. Firenze 1899. p. 268—273.

[2] *Botan. Jaarb.* Gent 1894. S. 97.

vorkommen. Solche Rassen bestehen, so weit ich sie kenne, nicht ausschliesslich aus verbänderten Pflanzen, sondern theilweise aus solchen, theilweise aus normal gebauten. Die letzteren kann man, ohne Culturen, nicht von den normalen Pflanzen der betreffenden Art unterscheiden, und daher bleibt es meist ungewiss, ob beide Rassen oder nur die erstere an einem gegebenen Fundort wachsen. Doch spricht die grosse Seltenheit meist für die erstere Möglichkeit.

Die bis jetzt in dieser Weise aufgefundenen erblichen Rassen verhalten sich wie Mittelrassen, da sie in jeder Generation, auch bei sorgfältiger Auswahl der Samenträger, theilweise aus Erben, theilweise aus Atavisten bestehen. Und zwar scheint das Verhältniss dieser beiden Typen wenigstens bei ausreichend gleichen Lebensverhältnissen ein ziemlich constantes zu sein. Es erreicht meist etwa 40 % Erben und 60 % Atavisten; höhere Procentsätze der ersteren pflegen nur unter besonders günstigen Umständen vorzukommen, während bei ungenügender Cultur das Verhältniss der letzteren, trotz der Selection, sehr leicht erheblich zunimmt.

Zunächst beschreibe ich als Beispiel *Crepis biennis,* eine ausschliesslich zweijährige Pflanze von der in meinem Vaterlande verbänderte Stengel vielfach und an verschiedenen Stellen beobachtet worden sind. Den Ausgangspunkt für meine Cultur bildeten zwei Fasciationen, welche ich im Mai 1886 auf einer Wiese unweit Hilversum unter hunderten von normalen *Crepis*-Pflanzen fand. Sie zeigten nur am Gipfel ganz geringe Verbreiterungen. Auf dieser Wiese sammelte ich im Juni reife Samen, und zwar standen nur solche von normalen Exemplaren zur Verfügung. Ob diese alle oder theilweise der gesuchten Rasse angehörten, liess sich selbstverständlich nicht unterscheiden.

Aus diesem Samen hatte ich im nächsten Jahre 100 Pflanzen, von denen drei bereits in der Rosette verbändert waren, während neun im zweiten Jahre mehr oder weniger deutliche Fasciationen am Stengel oder an den Seitenzweigen ausbildeten. Also zusammen etwa 12 %. Um völlig sicher zu sein, behielt ich aber nur die erstgenannten als Samenträger und merzte alle anderen von der Blüthe aus.

Von diesen drei Pflanzen stammt also meine Rasse ab. Bezeichne ich die wildwachsenden Exemplare von 1886 als erste Generation, so lebte die zweite in 1887—1888, die dritte in 1889—1890 u. s. w. Diese dritte umfasste 120 Pflanzen, von denen 48 oder etwa 40 % bereits im Winter im Herzen der Rosette eine kammförmige Vegetationslinie zeigten. Diese Linie war in einzelnen Exemplaren bis zu 6 Cm. lang. Ich wählte die drei schönsten Fasciationen als Samen-

träger aus und entfernte alle übrigen von der Blüthe. Die aus diesen Samen erhaltene vierte Generation war etwas weniger reich an Verbänderungen, da sie deren nur 30%, enthielt; und die fünfte zeigte noch eine weitere Abnahme, bis zu 24%.[1] Die sechste Generation (1895—1896) war sehr reich an Verbänderungen, welche in 10 der 40 Pflanzen eine Vegetationslinie von 4—7 Cm. bildeten. Die übrigen geringeren Fasciationen sind leider im Winter vor dem Zählen grösstentheils verloren gegangen und konnte eine genauere Procentzahl dadurch nicht ermittelt werden. Jedenfalls war es aber klar, dass die Rasse sich besser verhielt als in den beiden vorigen Generationen. Auch in der nächstfolgenden, siebenten Generation habe ich nur vor Anfang des Winters die verbreiterten Rosetten gezählt, und fand 10 solche auf 49 Pflanzen, also etwa 20%. Die achte Generation habe ich erst 1902 ausgesät, und zwar gleichfalls in sehr geringem Umfange. Sie fing im Winter 1902—1903 an, ihre Kämme zu zeigen.

Fassen wir das Mitgetheilte kurz zusammen, so sehen wir, dass die im Freien ohne Wahl eingesammelten Samen etwa 12% verbänderte Nachkommen gaben, dass aber die Samen von den besten Erben im Laufe von fünf weiteren Generationen Erbzahlen gaben, welche zwischen 20 und 40% schwankten, und welche sich wahrscheinlich in grösseren Culturen und bei günstigeren Lebensbedingungen und namentlich bei Berücksichtigung etwaiger Fasciationen an den Seitenzweigen, wohl noch etwas höher gestaltet haben würden. Wir dürfen somit den Gehalt dieser Rasse als unter normalen äusseren Bedingungen ziemlich constant betrachten und ihn im Allgemeinen auf etwa 30—40% veranschlagen.

Diese Zahl ist allerdings etwas niedriger als die normale Erbzahl der tricotylen Mittelrassen, welche wir im zweiten Abschnitt kennen gelernt haben. Dort betrug dieser Werth etwa 55%. Doch scheint mir diese Differenz keine sehr wesentliche, namentlich wenn man beachtet, dass die Tricotylie bereits in dem Samen entschieden ist, während zwischen dem Reifen der Samen der fasciirten Rassen und dem Sichtbarwerden ihres Merkmales eine lange Zeit vergeht, während welcher allerhand äussere Einflüsse noch auf das Ergebniss einwirken können.

Ein zweiter Unterschied zwischen den verbänderten und den tricotylen Rassen bedarf gleichfalls einer kurzen Erörterung. Bei den letzteren führte die Selection sehr bald zum Ueberschreiten des anfänglichen normalen Werthes, und wurden Erbzahlen von 70—90%

[1] *Botanisch Jaarboek.* Gent. 1894, S. 80 und 1897, S. 66.

und darüber oft ohne zu viele Mühe erreicht. Bei den fasciirten Rassen hält es aber sehr schwer, den Werth von etwa $40\,^0/_0$ wesentlich zu übertreffen. Die Erklärung scheint mir im Folgenden zu liegen. Bei den Tricotylen findet eine doppelte Wahl statt, indem erstens die tricotylen Individuen zur Nachzucht bestimmt werden, und zweitens unter diesen eine Vergleichung stattfindet in Bezug auf den procentischen Gehalt der Samen jeder einzelnen Pflanze an dreikeimblätterigen Exemplaren. Und indem die Mütter mit den höchsten Erbzahlen ausgewählt werden, nimmt in der nächsten Generation die Erbzahl selbst bedeutend zu. Bei den fasciirten Rassen beschränkt man sich auf die Auslese der schönsten Verbänderungen, aber es liegt gar kein Grund vor, anzunehmen, dass diese auch gerade die höchsten Erbzahlen haben würden. Ein wesentlicher Theil der dortigen Selection unterbleibt hier also. Und zwar aus dem äusseren Grunde, dass Erbzahlen hier nicht in den Keimschüsseln bestimmt werden können, sondern die volle Cultur im Garten erfordern. Wollte man für nur zwanzig Individuen die Erbzahlen aus je 100 Kindern ermitteln — was noch bei Weitem keine grosse Genauigkeit bedeuten würde — so würde man für *Crepis* etwa 80 Quadratmeter seines Gartens brauchen. Hoffentlich werden bald Institute errichtet werden, welche über solche Mittel verfügen.[1]

Aehnlich wie *Crepis biennis* verhielten sich einige andere Arten, von denen es mir gelang Mittelrassen zu isoliren.[2] Zunächst nenne ich *Aster Tripolium*, von dem ich im Herbst 1900 ein prachtvolles verbändertes Exemplar mit reifen Früchten aus der hiesigen Gegend erhielt. Infolge einjähriger Cultur erhielt ich anfangs nur wenige Erben; ihre Zahl erreichte in der vierten Generation nur $7\,^0/_0$. In der fünften Generation, im Sommer 1894, waren aber, bei besserer Behandlung, mehr als die Hälfte der Exemplare verbändert, viele mit Stämmen von bis 3—4 Cm. Breite. *Geranium molle fasciatum* werde ich im nächsten Paragraphen noch weiter besprechen; die Rasse trägt meist auf einem Drittel der Individuen fasciirte Zweige. Im Jahre 1895 hatte ich die sechste Generation. Von *Taraxacum officinale fasciatum* habe ich gleichfalls sechs Generationen cultivirt; sie brachten meist $30\,^0/_0$ und mehr verbänderte Individuen hervor. *Tetragonia expansa* zeigt im botanischen Garten zu Amsterdam seit 1885

[1] Mein Versuchsgarten umfasst nahezu 75 Beete von je etwa 4 Quadratmeter Oberfläche.

[2] *Botanisch Jaarboek*, Gent 1894 und *Bull. Scientifique de la France et de la Belgique*, publié par A. Giard. XXVII. 1896. p. 402.

fast jährlich schöne Verbänderungen, deren Zahl in der vierten und fünften Generation nach der Isolirung etwas über 50 % der Individuen erreichte.

Aehnlich verhielten sich meine fasciirten Rassen von *Thrincia hirta, Veronica longifolia, Hesperis matronalis, Picris hieracioides* u. a.

Im Allgemeinen kann man also sagen, dass solche Rassen, nach der Isolirung und bei guter Pflege und Auswahl der schönsten Verbänderungen als Samenträger, zur kleineren Hälfte aus fasciirten Individuen, zur anderen aber aus anscheinend normalen, atavistischen Exemplaren bestehen. Dieses Verhältniss hängt aber in sehr hohem Grade von der Lebenslage ab; es kann durch zweckmässiges Sorgen nicht unwesentlich erhöht werden, geht aber bei Vernachlässigung der Cultur bald auf ganz geringe Werthe herunter.

Von den bekannten Fasciationen verhalten sich wahrscheinlich manche in derselben Weise. So hat Körnicke seiner Zeit in Poppelsdorf eine fast völlig constante Rasse von fasciirten Erbsen (*Pisum sativum*) durch mehrere Jahre erzogen, und Amtsrath Rimpau theilte mir brieflich mit, dass er selbst von diesen Samen durch einige Jahre in gutem Gartenboden diese verbänderte Rasse cultivirt und constant gefunden hat. Das im ersten Bande abgebildete *Sedum reflexum cristatum* (Bd. I, S. 128) fand ich gleichfalls bei Aussaat im hiesigen Garten sehr reich an Verbänderungen. Auch *Asparagus officinalis* und mehrere andere Arten gehören vielleicht hierher.

§ 16. Die Bedeutung der Atavisten.

Wie bereits im Anfang dieses Kapitels (S. 543) hervorgehoben wurde, bildet eine richtige Würdigung desjenigen, was man hier unter Atavismus versteht, eine sehr wichtige Grundlage für unsere ganze Einsicht in die Frage nach der Erblichkeit der Verbänderungen, und somit der Anomalien überhaupt. Die Atavisten sind hier keine Individuen, welche aus der Rasse heraustreten. Ganz im Gegentheil sind sie eigentlich nur als Exemplare zu betrachten, bei denen, aus irgend einem äusseren Grunde, die Anomalie während des ganzen Lebens unsichtbar bleibt. Für die Fortsetzung der Rasse wird man sie allerdings nicht vorzugsweise auswählen, doch taugen sie dazu im Grunde ebenso gut wie die verbänderten Individuen selbst.

Ohne Zweifel bedarf es noch sehr ausgedehnter Untersuchungen, um ein völliges und eingehendes Verständniss der hier obwaltenden Gesetze zu erlangen, doch scheint mir das jetzt Bekannte ausreichend,

um die Richtigkeit des ausgesprochenen Satzes zu beweisen. Zunächst führe ich die merkwürdige Thatsache an, dass die Anomalie in einer ganzen Generation latent bleiben kann, ohne dadurch zu verschwinden oder auch nur merklich abgeschwächt zu werden. Ja, es können bisweilen zwei oder mehrere Geschlechter in dieser Weise übersprungen werden. Ich führe einige Beispiele als Belege an.[1] Von *Tetragonia expansa* sammelte ich im Herbst 1887 Früchte auf sehr breiten Stengeln und hatte in den nächstfolgenden Jahren 1888—1890 drei weitere, an Verbänderungen mehr oder weniger reiche Generationen. Von den schönsten Fasciationen von 1890 gaben die Samen aber im Jahre 1891 nur normale Pflanzen, welche auch an keinem Seitenzweige die Anomalie besassen. Die Pflanzen waren schwächlich, es schien, als ob die Monstrosität völlig verloren war. Aber aus den Früchten dieser Exemplare gingen im nächsten Jahre, 1892, vierzehn Pflanzen auf, von denen sieben, also die Hälfte, wiederum verbändert waren. Zwei Exemplare hatten je eine, zwei je zwei, zwei je drei und eine Pflanze hatte vier grosse Fasciationen. Und unter den Seitenzweigen war die Anomalie so reichlich vertreten, dass ich sie in nahezu einem Drittel aller Zweige auffand. Seitdem ist die Anomalie in dieser Rasse constant geblieben. In derselben Weise fehlte die Verbänderung in der dritten Generation meiner Rasse von *Amarantus speciosus* (1891), um in der vierten und fünften in 30 und 50 $^0/_0$ der Individuen zurückzukehren. Auch bei *Helianthus annuus* fehlte sie in der dritten Generation (1889), während die vierte etwa 20 $^0/_0$ verbänderte Individuen enthielt und die Anomalie seitdem constant blieb. Beim Mais fand ich verbänderte Kolben in einer Culturrasse in den Jahren 1888, 1889, 1892 und 1893, nicht aber in der zwischenliegenden Generation von 1891. Bei *Picris hieracioides* habe ich aus den Samen einer Verbänderung von 1887 zuerst bei mangelhafter Cultur drei Generationen erzogen, welche keine Spur von Verbänderung auf vielen Hunderten von Aesten und Zweigen darboten. Erst die vierte Generation wiederholte die Erscheinung, obgleich nur in geringem Grade. Daneben cultivirte ich eine Rasse von zweijährigen Individuen, welche an schönen Verbänderungen in jeder Generation mehr oder weniger reich war.[2]

In meiner oben beschriebenen Rasse von *Crepis biennis* habe ich im Sommer 1895 einige Atavisten vor der Blüthe isolirt.[3] Die Samen

---

[1] *Botanisch Jaarboek.* Gent 1894.
[2] *Revue générale de botanique.* 1899. T. XI. p. 136.
[3] *Botanisch Jaarboek.* Gent 1897. p. 66.

wurden im nächsten Jahre ausgesät und lieferten ein Beet von über 350 Pflanzen. Unter diesen zeigten im Winter etwa 20 % der Rosetten eine kammförmige Verbreiterung im Herzen, welche in einigen bis 5 Cm. Länge erreichte. Die Samen der Atavisten geben also nahezu eine ebenso grosse Aussicht auf schöne Verbänderungen als diejenigen der besten Erben. Und da die Monstrosität häufig die Pflanzen in nicht unbedeutender Weise schwächt, so wäre es vielleicht geradezu zweckmässig, die Samen der Atavisten oder doch der nur in Seitenzweigen verbänderten Individuen zur Nachzucht zu wählen.

Einen weiteren Beweis für den Satz, dass die Atavisten nur Erben mit latentem Merkmale sind, liefert das Studium des Einflusses der Düngung. Denn die Individuen, welche sich unter normalen günstigen Umständen wie Atavisten verhalten, können, wenigstens zu einem wesentlichen Theile, durch sehr starke Düngung noch zur Ausbildung von Verbänderungen gebracht werden. Ich machte mit derselben Rasse von *Crepis biennis fasciata*, welche alljährlich etwa 20—40 % verbänderte Individuen enthielt, im Jahre 1895 einen Versuch, indem ich eine Gruppe von 41 Pflanzen sehr stark mit Hornmehl düngte. Von diesen blieben bis zur Samenreife nur sechs ohne Verbänderung; es zeigten also jetzt etwa 85 statt 40 % die Anomalie. Dabei standen die Pflanzen ziemlich dicht, in Entfernungen von nur etwa 20 Cm.; hätte ich ihnen mehr Raum gegeben, so wäre es vielleicht gelungen in allen die Abweichung zur Schau zu bringen.[1]

Besonders geeignet zu einem Studium des Atavismus ist die fasciirte Handelsrasse *Celosia cristata*, welche allgemein als Hahnenkamm bekannt ist. Die grossen Kämme, welche man in den Gärten von dieser beliebten Pflanze sieht, sind nur die ausgewählten, besonders gut gepflegten und wohl gelungenen Individuen, also die extremen Plus-Varianten der Rasse.[2] Alles Uebrige wirft der Gärtner bereits in der Jugend weg. Wünscht man aber zu wissen, wie sich die Rasse wirklich verhält, so muss man selbst Aussaaten machen und alle Individuen ohne Wahl auspflanzen und weiter cultiviren. Bekanntlich erhält man dann viele Pflanzen mit verzweigten Hauptstämmen und mit weit geringeren Graden der Verbänderung (Fig. 115 und 116). Durch die Auswahl dieser Minus-Varianten zur Weiterzucht könnte man hoffen, wie Solms-Laubach hervorhebt, schliesslich die nicht fasciirte Stammform dieser so stark veränderten Culturpflanze zu erzielen.[3]

---

[1] *Botanisch Jaarb.*, 1897, p. 66 und *Bull. Scientif.* a. a. O. T. XXVII. p. 413.

[2] Ueber die Cultur dieser Sorte vergl. Möller's *Deutsche Gartenzeitung.* 1892. S. 200.

[3] H. Solms-Laubach, *Bot. Zeitung.* 1900. S. 42.

Dazu wäre aber, nach der in diesem Buche vertretenen Auffassung, eine Mutation erforderlich, und solche treten bis jetzt nur äusserst selten und nur ganz zufällig ein, wenn man nicht gerade einer Pflanze in einer Mutationsperiode begegnet.

Während einer Reihe von Jahren, von 1893 bis 1897, habe ich mich bemüht, eine Rasse ohne Verbänderungen zu erhalten, aber vergeblich. Und da es Regel ist, dass günstige Umstände den Anomalien förderlich sind und es also stets die am schlechtesten ernährten und schwächsten Exemplare waren, welche die kleinsten Verbänderungen



Fig. 115. *Celosia cristata.* Eine nahezu ganze Pflanze bei Cultur ohne specielle Sorgen. Gipfel kammförmig, aber klein. Die meisten Seitenzweige waren gleichfalls an der Spitze verbreitert.

trugen, so habe ich schliesslich den Versuch aufgeben müssen, da meine Rasse allmählich ganz schwächlich wurde, ohne den gewünschten Erfolg zu bringen.

Im Jahre 1893 erzog ich aus käuflichen Samen etwa 50 Pflanzen,[1] aber ohne die vorschriftsmässigen Sorgen. Die meisten machten dennoch Kämme und zwar in jedem Grade der Ausbildung, meist

[1] Die Ebene der Verbänderung ist die Medianebene der Cotylen; ebenso bei *Crepis biennis.* Diese Thatsache dürfte als Ausgangspunkt für ontogenetische Studien über die Fasciationen zu empfehlen sein.

aber nur von 5—10 Cm. Breite. Sechs Pflanzen hatten am Gipfel des Hauptstammes eine Aehre mit einem kleinen Kamme an der Spitze, in sechs anderen fehlte dieser Kamm, obgleich hier und dort unter den Seitenzweigen kleine Verbänderungen vorkamen. Diese sechs wurden als Samenträger isolirt. Aus ihren Samen erhielt ich im Jahre 1894 die zweite Generation, in der etwa die Hälfte der Individuen eine ährenförmige Gipfelinflorescenz ohne Kamm trug. Es waren 41 Exemplare; die übrigen 53 hatten Kämme von 1—3 Cm. Breite und wurden ausgemerzt. Von den gewählten Atavisten bildeten mehrere noch seitliche Kämme und wurden dann jedesmal vernichtet, bis am Ende bei der Samenernte nur fünf Pflanzen ohne jede Spur von Verbänderung bei reichlicher Verzweigung übrig blieben. Im nächsten Jahre gab es 29 Pflanzen mit geringen Kämmen und sechs ohne solche; diese wurden wiederum als Samenträger isolirt. Im Jahre 1896 hatte ich 38 Individuen, welche jetzt ausnahmslos Kämme bildeten, und zwar von 2—8·5 Cm. Breite, im Mittel etwa 4·5 Cm. Nur eine Pflanze hatte am Gipfel des Hauptsprosses keinen Kamm, dafür aber einen ziemlich stark verbreiterten Seitenzweig. Diese und diejenigen mit den kleinsten endständigen Kämmen dienten als Samenträger. Auch im nächsten Jahre (1897) erhielt ich keinen Fortschritt, indem es wiederum nur ein einziges schwaches Exemplar ohne Kämme gab. Ich habe dann die Cultur, wenigstens vorläufig, aufgegeben und folgere, dass vollständige Atavisten bei der *Celosia cristata* sehr selten sind, und auch bei wiederholter Selection in der Minus-Richtung nur in sehr geringer Anzahl erhalten werden. Eine Aussicht auf eine rein atavistische „Rasse“ scheint bis jetzt nicht vorhanden zu sein.



Fig. 116. *Celosia cristata.* Gipfel einer etwa $^1/_2$ Meter hohen, reich verzweigten Pflanze, deren Inflorescenzen ährenförmig sind, aber meist eine kammförmige Spitze haben.

Die mitgetheilten Erfahrungen zeigen, dass es, in verbänderten Rassen, zwischen den Erben und den Atavisten keine scharfe Grenze giebt. Dasselbe lehrt auch die statistische Untersuchung, sobald es gelingt, ein ausreichendes Material durch Cultur herbeizuschaffen.

36*

Ich wähle zunächst wieder die oben mehrfach erwähnte Rasse von *Crepis biennis fasciata* als Beispiel.[1]

Um eine reine Curve zu erhalten, säte ich im März 1894 die Samen eines einzigen, stark verbänderten Exemplares der dritten Generation meiner Rasse (1890); die Pflanze hatte zusammen mit zwei anderen gleich stark fasciirten Individuen derselben Herkunft, sonst aber völlig isolirt geblüht. Die Samen wurden in Schüsseln im Gewächshause ausgesät und nachher in den erforderlichen Entfernungen auf die Beete ausgepflanzt; viele Exemplare bildeten bereits im ersten Jahre, als Rosetten von Wurzelblättern, einen Vegetationskamm aus; andere fingen erst während des Emporschiessens im zweiten Jahre an sich zu verbändern, noch andere blieben bis zur vollständigen Ausbildung aller Zweige ohne Kämme. Die Lebensbedingungen wurden so günstig wie möglich gemacht, und dementsprechend erhielt ich einen verhältnissmässig hohen Procentsatz an Erben. Als ich im Juni des zweiten Jahres die Pflanzen untersuchte, erhielt ich die folgenden Ergebnisse:

Stengel ohne Verbänderung	33
„ mit geringen Verbänderungen am Gipfel	9
„ von unten bis oben verbreitert . . .	108
Summe:	150

Die 108 letzteren Pflanzen hatten die folgenden Breiten des Stengels:

Cm.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	19.
Ind.	9	9	4	11	11	11	13	15	11	6	3	3	1	1.

Diese Zahlen sind in der Fig. 117 in der Form einer Curve zusammengestellt. Dabei bedeutet 0 die Gruppe der 33 Atavisten, 1 die neun Exemplare mit cylindrischem Stengel und geringer Verbreiterung am Gipfel, während 2—20 die Breite der Stämme in Centimetern andeuten.

Wie man sieht, ist die Curve eine zweigipfelige. Den einen Gipfel bilden die Atavisten (*a*), den anderen die Fasciationen von mittlerer Breite (*b*), hier also von etwa 9 Cm. In Worten ausgedrückt, lehrt die Zahlengruppe uns, dass Uebergänge zwischen den normalen Verbänderungen und den Atavisten zwar vorkommen, aber verhältnissmässig selten sind. Die Rasse bildet vorzugsweise die beiden Typen rein aus, und so verhält es sich, wie die allgemeine Erfahrung lehrt, auch bei den zufällig aufgefundenen Fasciationen und bei sehr vielen anderen Monstrositäten.

[1] *Sur les courbes Galtoniennes des monstruosités.* Bull. Scientif., publié par A. Giard XXVII. 1896. p. 396.

Ich erinnere namentlich an die relative Seltenheit der Hemitricotylen und der Hemisyncotylen, sowohl bei gelegentlichen Funden als in den im zweiten Abschnitte dieses Bandes beschriebenen tricotylen und syncotylen Rassen.

Aehnliche Resultate erhält man auch bei der Prüfung anderer verbänderter Rassen. So erhielt ich z. B. bei *Aster Tripolium* bei zweijähriger Cultur in der fünften Generation meiner fasciirten Rasse:

	Ohne Verbänderung	Mit Verbänderung					
Cm.	—	1	2	3	4	5	6
Individuen	16	2	6	8	1	1	1

Also auf 35 Exemplaren einen sehr deutlichen Gipfel der Atavisten, und einen Gipfel der Erben bei einer mittleren Breite des Stammes von 3 Cm.[1]

Eine mehrgipfelige Curve erhielt ich bei der statistischen Untersuchung meiner Rasse von *Geranium molle fasciatum.* Diese Rasse[2] zeichnet sich besonders aus, weil die Stengel bekanntlich einen sympodialen Bau haben (Fig. 118).



Fig. 117. *Crepis biennis fasciata.* Curve über die Breite der Hauptstämme aller Individuen aus meiner Cultur von 1895. Die Zahlen unter der Abscisse deuten die Breite der Stämme in Centimetern an, 0 Stamm rund, 1 Stämme nur am oberen Ende und 2—20 die Stämme auf der ganzen Länge abgeflächt. Die Höhe der Ordinaten weist die Anzahl der Individuen an. Gesammtzahl 150 Individuen. *a* Gipfel der Atavisten, *b* Gipfel der Erben.[3]

Demzufolge erstreckt sich die Anomalie in der Regel jedesmal nur über ein einzelnes Glied des Sympodiums, kann aber deren auch zwei oder mehrere, auf einander folgende umfassen. Auf diese folgen dann wieder atavistische Glieder. Jedes Glied schliesst mit einer Endblüthe ab; auf den fasciirten Theilen sind diese Blüthen verbreitert und gewöhnlich mehr oder weniger gespalten, indem die

[1] *Revue générale de botanique.* 1899. T. XI. p. 143.
[2] *Botanisch Jaarb.* Gent, 1894, S. 81 und 1897, S. 67.
[3] *Bull. Scientif.* a. a. O. Bd. XXVII, S. 397.

Frucht bisweilen ein einzelnes flaches Band bildet (Fig. 119 *e*) oder ein solches nebst einer oder zwei seitlichen, häufig fünfgliederigen Nebenfrüchten aus derselben Blüthe (Fig. 119 *c, d*), oder endlich kann die ganze Frucht in zwei oder drei annähernd gleiche Theile gespalten sein (Fig. 119 *b*). Bei allen diesen Spaltungen beobachtet man eine Vorliebe für die normale Fünfzahl, indem die seitlichen Gruppen diese meist genau oder doch annähernd aufweisen.



Fig. 118. *Geranium molle fasciatum.* Fasciirte Zweige mit verbreiterten Früchten *a b c.* Diese sind gespalten.

Meine Rasse fing mit einem im Jahre 1888 im Freien aufgefundenen Exemplare an, und brachte in der dritten und vierten Generation 25—30 % Individuen mit Verbänderungen. Die beiden folgenden Generationen waren viel reicher; die sechste enthielt auf einer Cultur von 220 Pflanzen 65 % verbänderte Individuen und diente mir zu der hier zu beschreibenden statistischen Prüfung. Behufs dieser sammelte ich, kurze Zeit vor der Reife, auf einer gewissen Anzahl von Exemplaren alle abweichenden Blüthen und zählte davon ohne Wahl auf 120 einzelnen Blüthen die Anzahl der Fruchtfächer oder der Narben aus. Die erhaltenen Zahlen waren die folgenden:

Anzahl der Narben	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23.
Blüthen	13	9	4	5	10	15	2	2	10	15	6	3	7	5	9	3	1	1.

Die normalen Blüthen habe ich nicht gezählt, sie bildeten gegenüber der ganzen Gruppe der verbänderten eine weit überwiegende Mehrzahl. In der Curve Fig. 120, welche die gegebene Zahlenreihe graphisch darstellt, ist also der Gipfel der Atavisten *a* nur angedeutet worden.

Die Nebengipfel fallen auf 11 (10), 15 und 20 Narben; die normale Fünfzahl der Blüthen spricht sich also deutlich in einer Vorliebe für die Ausbildung der mehrfachen Werthe aus.[1]

Abgesehen von dieser merkwürdigen Eigenthümlichkeit bestätigt diese Curve wieder das Hauptresultat, dass geringe Grade von Verbänderung verhältnissmässig selten sind, und dass die atavistischen und abnormalen Blüthen zwei getrennte, wenn auch durch Uebergänge verbundene Gruppen darstellen.

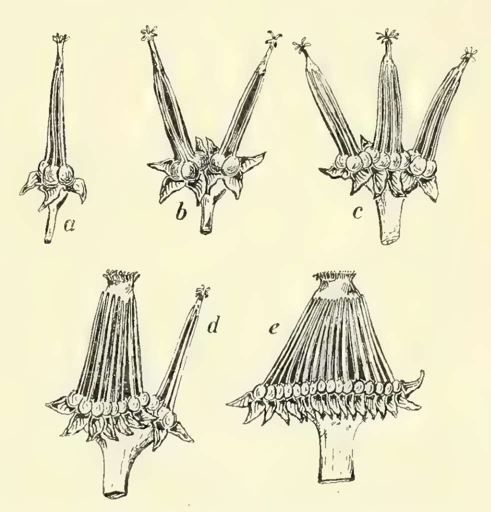


Fig. 119. *Geranium molle fasciatum.* *a* Frucht mit 6 Einzelfrüchtchen. *b* Gespalten in eine 4- und eine 5-zählige Gruppe. *c* Gespalten in drei Gruppen, welche 5—7 und 5 Einzelfrüchtchen enthalten. *d* Die eine Gruppe hat 16, die andere 5 Fächer und Narben. *e* Frucht mit 33 Fächern und Narben. (1895.)

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so finden wir, in Bezug auf die fasciirten Mittelrassen das Folgende:

1. Die Rassen bestehen stets aus verbänderten Individuen und aus Atavisten.

2. Der Reichthum an Erben schwankt sehr, beträgt oft 40 % oder weniger, nicht selten aber mehr (*Geranium* und *Crepis* bis zu 65 und 85 %; *Celosia cristata*).

3. Die Erben und Atavisten sind durch Uebergänge verbunden; diese sind aber selten, die statistischen Curven daher zweigipfelig.

4. Das betreffende Verhältniss ist im höchsten Grade von der Lebenslage abhängig; diese kann Atavisten in Erben und Erben in Atavisten umändern. Selbstverständlich findet die Umänderung in der sensiblen Periode der Jugend statt, bevor das betreffende Merkmal sich ausbildet.

5. Die Nachkommen der Atavisten enthalten ebenso gut, und wenigstens oft nahezu ebenso zahlreiche abnormale Exemplare wie die Nach-

[1] Weitere Untersuchungen über diesen Punkt scheinen mir sehr erwünscht.

kommen der Erben; sie können somit zur Fortsetzung der Rasse ohne Weiteres dienen.

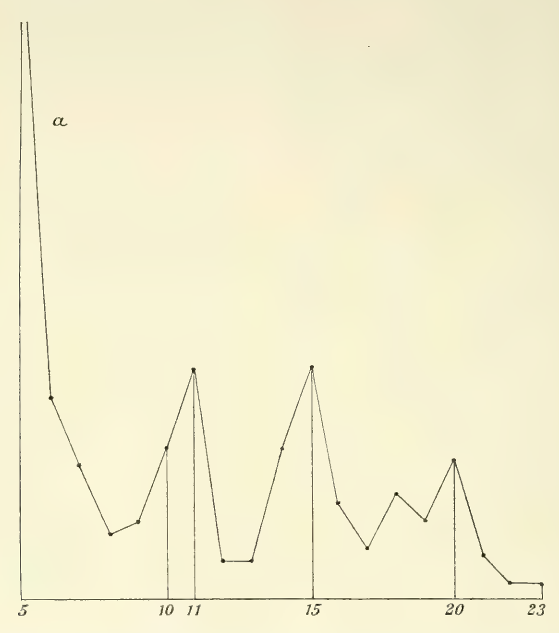


Fig. 120. *Geranium molle fasciatum.* Curve über die Zahl der Fruchtfächer in den einzelnen Blüthen der sechsten Generation. Juni 1895. *a* Anzahl der normalen Blüthen weit über 100. Anzahl der Blüthen mit 6—23 Narben 120.

6. Einen wesentlichen, durchgreifenden Gegensatz giebt es also, trotz der grossen äusseren Verschiedenheit, in diesen Rassen zwischen den abnormalen Exemplaren und den Atavisten nicht.

V. Erbliche Zwangsdrehungen.

Tafel IV.

§ 17. Die spiralige Blattstellung.

Weit auffallender als bei den Verbänderungen ist der Unterschied zwischen normalen und abnormalen Exemplaren bei den Zwangsdrehungen. *Valeriana officinalis* ist eins der bekanntesten und am häufigsten abgebildeten Beispiele (Fig. 121). Der ganze Stengel kann hier, statt über einen Meter hoch zu werden, bis zu einem

Decimeter hinabgedrückt werden, während er dabei sich mehr oder weniger trichterförmig erweitert. Die Blätter stehen im unteren Theile spiralig; weiter hinauf wird die Schraube allmählich steiler, bis schliesslich im oberen, erweiterten Theile die Blätter alle, wie eine Fahne, nach einer Seite gerichtet sind. Die Gipfelblüthen überragen die höchsten Seitenzweige der Inflorescenz nicht oder nur sehr wenig.

Nicht jeder Stengel einer zwangsgedrehten Pflanze entwickelt diese Anomalie. Ganz im Gegentheil sind es deren in der Regel nur sehr wenige. Ich besitze seit 1889 im Botanischen Garten zu Amsterdam ein Exemplar, welches sich durch Ausläufer allmählich vermehrt hat und jetzt eine Fläche von mehreren Quadratmetern überdeckt. Es bringt jährlich Zwangsdrehungen hervor, aber diese bleiben selten, meist nur 1—3 auf vielen Hunderten von normalen Stengeln.



Fig. 121. *Valeriana officinalis.* Eine ganze Pflanze, deren Stamm nur etwa 10 Cm. an Höhe erreichte. Nach dem Leben photogr. Juni 1900. Blätterreihe unten spiralig, oben einseitig.

Genau so verhält es sich bei der Vererbung, und zwar sowohl bei der *Valeriana* als bei anderen Arten. Nur wenige Pflanzen wiederholen in der Regel die Anomalie, auch wenn man die Samen auf den schönsten Stengeln eingesammelt hat. Wirklich reiche Rassen sind bis jetzt noch sehr selten; sie sollen in einem der nächsten Paragraphen zusammengestellt werden.

Diese Seltenheit war die Ursache, dass man bis vor etwa einem Jahrzehnt die Zwangsdrehungen für nicht erblich hielt. Man meinte, dass sie durch bestimmte äussere Einflüsse hervorgerufen wurden, welche jedesmal auf das betreffende Individuum unmittelbar einwirkten. Der Nachweis der zwangsgedrehten, völlig erblichen, und trotz eines hohen Gehaltes an Atavisten im Laufe der Generationen sich gleich bleibenden Rasse von *Dipsacus sylvestris torsus*, wie ich sie seit 13 Jahren cultivire und wie sie auf unserer Tafel IV nach photo-

graphischen Aufnahmen meiner Cultur abgebildet worden ist, sowie eine lange Reihe von weiteren Beobachtungen über die Vererbung dieser Anomalie bei anderen Pflanzen, haben wohl jeden Zweifel in dieser Richtung beseitigt.

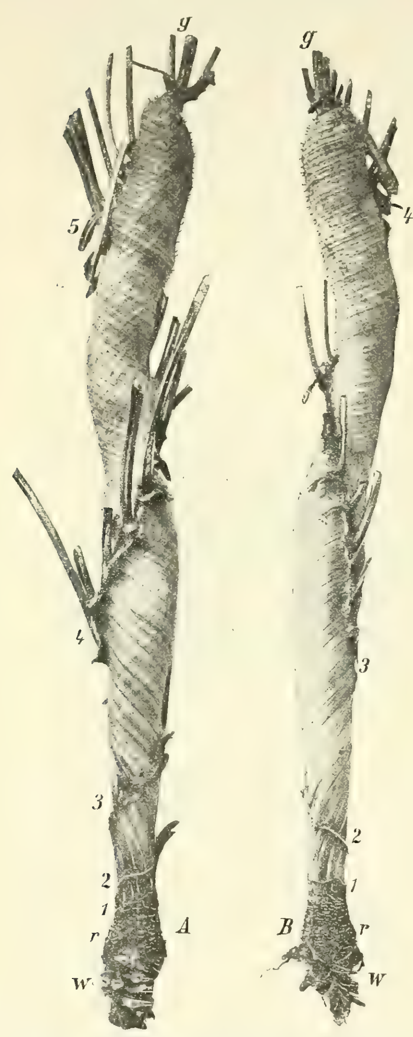


Fig. 122. *Dipsacus sylvestris torsus.* Zwei zwangsgedrehte Hauptstämme. *w* Wurzel, *r* Stengel mit den Narben der Wurzelblätter und bei *1—5* den einzelnen Windungen der Blattspirale. *g* Stiel der gipfelständigen Infloreseenz. *A* Blattspirale links gedreht, Stengel nach rechts tordirt. *B* Blattspirale rechts aufsteigend, Stengel nach links tordirt. Stengel dick und hohl.

Zwangsdrehung im eigentlichen Sinne kommt nur bei Arten vor, welche normal eine decussirte oder wirtelige Blattstellung haben, und beruht darauf, dass diese letztere sich verändert und spiralig wird. Demzufolge stehen die Blätter in einer unabgebrochenen Schraubenlinie, auf welcher sie seitlich mit ihren Füssen mit einander mehr oder weniger fest verbunden sind (Fig. 122). Nur selten gelingt es dem Wachsthum, dieses Band zu zersprengen, es werden dann mitten im gedrehten Theil gestreckte Internodien eingeschoben. Nicht selten dagegen ist die Torsion auf eine grössere oder kleinere Strecke beschränkt (verg. z. B. unten *Dianthus,* Fig. 128), ja im Grunde ist wohl kein einziger Stengel gleich vom Anfang an in diesem Sinne abnormal.

Die Folge der Verbindung der Blattfüsse zu einem continuirlichen Bande ist eine Hemmung der Streckung des Stengels, wie man leicht begreifen kann. Die Internodien können sich nicht in der normalen Weise ausdehnen, und indem sie ihre Verlängerung dennoch anstreben, entwinden sie die Blattspirale theilweise. Diese wird dadurch steiler und nicht selten im oberen, sonst am stärksten in die Länge wachsenden

Theile des Stengels zu einer geraden Linie völlig entwunden. Die Blätter und ihre Achselsprosse stehen dann alle auf einer Längslinie (Fig. 121). Dieses kann aber offenbar nur dadurch erreicht werden, dass der Stengel selbst sich tordirt, und zwar in der entgegengesetzten Richtung der Blattspirale (Fig. 122). Im Inneren des gedrehten Stengels findet man, falls dieser hohl ist, selbstverständlich die Diaphragmen, welche sonst in den Knoten vorhanden sind, als solche nicht. Auch sie sind unter sich zu einer durchgehenden Schraubenlinie verbunden, welche im Inneren genau der äusseren Blattspirale entspricht.

Die gedrehten Stengel sehen aus wie aufgeblasen (Fig. 121 u. 122); sie sind viel dicker als die normalen derselben Art. Das Längenwachsthum ist sozusagen in ein tangentiales Wachsthum umgesetzt worden, wie der Lauf der sonst vertikalen Rippen unserer Figuren deutlich zeigt. Je länger die betreffenden Internodien an den normalen Individuen sind, um so breiter sind die entsprechenden Stellen an den zwangsgedrehten. Dadurch erklären sich die kegelförmige Gestalt der *Valeriana* sowie die übrigen specifischen und localen Unterschiede.

Nach dieser Beschreibung geht also eine Torsion des Stengels nach rechts (aufsteigend in der Richtung der Bewegung der Zeiger einer Uhr) mit einer linken Blattspirale zusammen und umgekehrt (Fig. 122).

Die hier gegebene Erklärung wurde zuerst von Braun aufgestellt, später von Klebahn durch mikroskopische Untersuchung der Stengelspitze eines gedrehten *Galiums* bewiesen,[1] und kann jetzt von Jedem an meinen erblichen Rassen leicht controllirt werden.[2]

Bei *Dipsacus sylvestris torsus* erkennt man die spiralige Blattstellung bereits gegen das Ende des ersten Sommers im Herzen der Rosette von Wurzelblättern, und zwar mit dem unbewaffneten Auge und ohne Verletzung der Pflanzen. Bei der Keimung und in der ersten Jugend stehen bei allen Individuen, mit höchst seltenen Ausnahmen, die Blätter decussirt (Fig. 123 *A*), erst später macht diese Anordnung für die spiralige Platz, und zwar in einigen Individuen früher als in anderen. Untersucht man dann das Herz der Pflanze bei starker Vergrösserung auf einem Querschnitt in der Höhe

---

[1] Al. Braun, *Monatsber. der k. Akad. d. Wiss.* Berlin 1854. S. 440. Vergl. *Bot. Zeitung.* 1873. S. 31. H. Klebahn, *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. VI. S. 346. Vergl. ferner: *Ueber die Erblichkeit der Zwangsdrehungen*, ebendaselbst. Bd. VII. S. 291.

[2] Für die Literatur vergl.: *Monographie der Zwangsdrehungen.* Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXIII. 1891.

des Vegetationspunktes, so erhält man ein Bild, welches die spiralige Anordnung der Blätter deutlich zeigt. Solche Querschnitte, später, während des Emporschiessens des Stengels gemacht, pflegen noch dasselbe Bild zu geben (Fig. 123 *B*). Die äusseren Blätter dieser Figur sind in ihrem unteren Theile getroffen, wo sie seitlich mit einander verwachsen sind; die links gedrehte Spirale ist in der Figur leicht zu verfolgen. Die nächstfolgenden Blätter waren noch sehr jung und sind demzufolge im oberen, freien Theile durchschnitten, aber dennoch deutlich spiralig angeordnet. Die drei jüngsten bilden wohl nicht einen Theil der Spirale, sondern einen dreigliederigen Wirtel, wie es ja bei tordirten Exemplaren von *Dipsacus* sehr oft

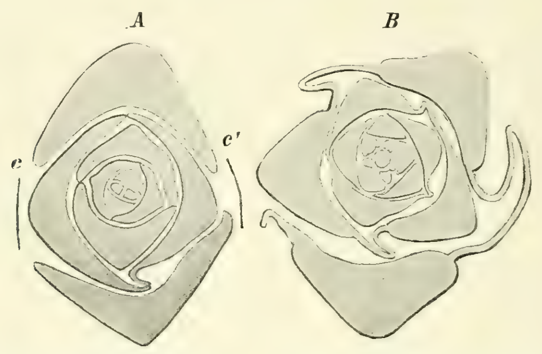


Fig. 123. *Dipsacus sylvestris torsus.* *A* Querschnitt durch eine Keimpflanze, ein wenig oberhalb des Vegetationspunktes, die normale decussirte Blattstellung zeigend; *c c'* die Cotylen. *B* Querschnitt durch die noch sehr junge Stammspitze eines tordirenden Exemplares, mit spiraliger Blattstellung.

vorkommt. Misst man die Blattwinkel, so entsprechen sie meist einem der gewöhnlichen Fälle der Blattstellung (z. B. $^3/_8$).

In der Rosette der Wurzelblätter, wo die Internodien sich nicht strecken, braucht dieses Verhalten offenbar keine Störung zu bringen; die Blätter wachsen einfach aus und behalten ihre ursprüngliche gegenseitige Lage bei. Wenn aber im zweiten Jahre die jungen Internodien sich zu verlängern anfangen, so kann dieses, wie wir oben gesehen haben, nicht in allen Theilen des Umfanges gleichmässig geschehen, da die Verbindungslinie der Blätter der Streckung Einhalt thut. Die Folgen davon sind die Drehung des Stengels und das Entwinden der Blattspirale. Die Divergenzwinkel der auf einander folgenden Blätter werden dabei allmählich kleiner, die Anzahl der Windungen selbst nimmt ab, die Zahl der Blätter auf einem einzelnen Umgang aber zu, wie unsere Fig. 122 dieses deutlich zeigt.

Die Zwangsdrehung ist somit eine mechanische Folge des Verlustes bezw. der Latenz einer einzelnen Eigenschaft: der decussirten Blattstellung. Geht diese verloren, so tritt die vorelterliche spiralige Anordnung wieder ein, aber jetzt in Verbindung mit Eigenthümlichkeiten der Blattfüsse, welche an normalen Pflanzen nicht ohne wirtelige Stellung vorkommen und sich nur bei solcher mit einem übrigens normalen Bau vertragen können. Die Zwangsdrehung beruht also nach dieser Auffassung auf einer retrogressiven Umbildung der decussirten Blattstellung.

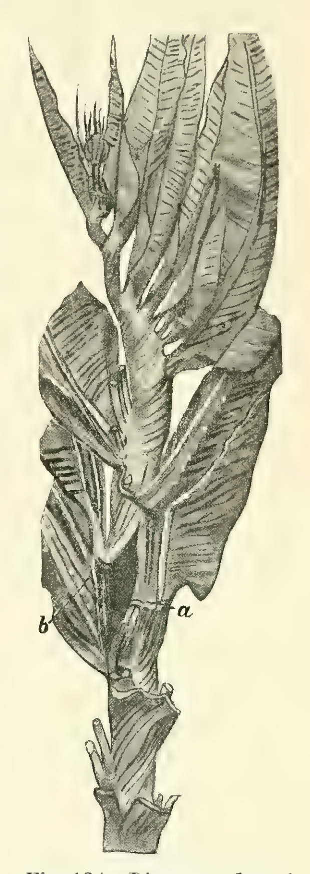


Fig. 124. *Dipsacus sylvestris torsus.* Die beiden Blätter *a* und *b* des gedrehten Stammes sind in frühester Jugend durch einen Schnitt künstlich getrennt worden. Zwischen ihnen sieht man die jetzt klaffende Spalte. Das eine Blatt *b* liegt um 2 Cm. höher als das andere *a*. Der Stengel ist oberhalb *a* über etwas mehr als 2 Cm. gerade geblieben. Die nach vorn gerichteten Blätter sind behufs der Deutlichkeit beim Photographiren weggeschnitten worden.

Dass sie von dieser eine mechanische Folge ist, lässt sich unmittelbar durch das Experiment beweisen. Man braucht dazu nur in der frühesten Jugend den Zwang aufzuheben, d. h. die Blattspirale zu durchschneiden. Thut man dieses sehr vorsichtig, so braucht dadurch das allgemeine Wachsthum nicht gestört zu werden. Die Torsion aber wird örtlich aufgehoben, oder richtiger, sie tritt an der betreffenden Stelle nicht auf. In der Mitte des sonst tordirten Stengels erzielt man ein gerades Internodium. In unserer Fig. 124 ist dieses bei *a* an der klaffenden Wunde und den gerade aufsteigenden Längsrippen deutlich zu erkennen. Mitunter macht die Natur selbst diesen Versuch und zerreisst das Längenwachsthum stellenweise die Blattspirale, ohne dabei eine so tiefe Wunde zu machen, wie im Experiment. Man sieht dann bisweilen ein gerades Internodium von normaler Länge, z. B. von einem Decimeter und mehr inmitten des sonst gedrehten Stammes.

Die Zwangsdrehungen sind, wie andere Anomalien, in hohem Grade von der Lebenslage abhängig. Bei ungeeigneter Behandlung kann die

Anomalie fast ganz fehlen, auch wenn Samen ausgesät wurden, welche sonst in einem Drittel oder mehr der Individuen schöne Zwangsdrehungen geben. Die Untersuchungen, welche ich hierüber mit *Dipsacus sylvestris torsus* gemacht habe, und welche im Allgemeinen durch die Erfahrungen bei anderen Arten bestätigt werden, leiten zu der folgenden Uebersicht.[1]

Je günstiger die Lebensumstände sind und je kräftiger demzufolge das Wachsthum stattfindet, um so reicher wird eine Cultur aus gegebenen Samen an schön tordirten Pflanzen, und um so schöner wird die Zwangsdrehung in den einzelnen Individuen ausgebildet.

Hauptsache ist dabei eine freie Stellung der einzelnen Pflanzen. Sie sollen nicht von anderen beschattet werden und einander nicht oder möglichst wenig berühren. Es dürfen nie mehr als 20—25 Pflanzen pro Quadratmeter stehen; in diesem Falle berühren sie einander dennoch im Herbste stark. Besser ist es jedenfalls, nur 10—15 Exemplare pro Quadratmeter zu haben.

Bei zu dichter Stellung bilden sich pro Quadratmeter weniger Zwangsdrehungen aus als bei weiterem Stande; die grössere Zahl von Individuen ist bei gleichem Raume kein Vortheil, sondern ein entschiedener Nachtheil. Bei mangelhaftem Raume findet man die gedrehten Exemplare ausschliesslich oder doch vorzugsweise am Rande des Beetes.

Wichtig ist ferner die Zeit der Aussaat, da sie die Lebensdauer der Pflanze bis zum Momente der Stengelbildung bedingt. Je länger dieses Leben unter günstigen Bedingungen dauert, um so grösser ist die Aussicht auf spiralige Blattstellung.

Aussaaten im Sommer oder früh im Herbst, welche im nächsten Jahre Stämme liefern, heben die Aussicht auf Zwangsdrehungen völlig oder doch nahezu völlig auf. Dagegen sind Herbstaussaaten, welche erst im zweitfolgenden Sommer Stämme bilden, welche somit das Leben der Rosette bedeutend verlängern, günstig: der Gehalt an Pflanzen mit spiraliger Blattstellung nimmt dadurch, der gewöhnlichen Frühlingsaussaat gegenüber, eher zu als ab.

Ob man im März oder April oder Anfang Mai aussät, und ob man im Freien an Ort und Stelle aussät oder im Gewächshaus in Schüsseln, um nachher auf's Beet auszupflanzen, scheint auf den Erfolg der Cultur keinen erheblichen Einfluss zu haben. Aus mehrfachen Gründen ziehe ich seit einigen Jahren die letztere Methode

[1] *On Biastrepsis in its relation to Cultivation.* Annals of botany. Vol. XIII. 1899. p. 395.

vor; sie ist bequemer und sicherer, namentlich in trockenen Frühlingen.

Ein guter, lockerer Boden mit kräftiger, an Stickstoff reicher Düngung ist eine wesentliche Bedingung. Auf ungedüngtem Sandboden liefert auch der beste Samen keine gedrehten Individuen; auf hartem oder unfruchtbarem Boden nimmt der Gehalt bedeutend ab.

Es ist möglich, den Lebenscyklus von *Dipsacus sylvestris torsus* sich innerhalb Jahresfrist beschliessen zu lassen, wenn man die Samen sofort nach der Reife unter möglichst günstigen Bedingungen aussät. Man kann in dieser Weise in jedem Jahre eine ganze Generation haben, und würde durch Selection vielleicht zu einer einjährigen tordirten Rasse gelangen können. Bis jetzt aber geht diese Einjährigkeit auf Kosten der Zwangsdrehung, welche sich entweder gar nicht oder doch nur spurweise in den Stengeln solcher Pflanzen zeigt.

§ 18. Seltene Zwangsdrehungen.

Zwangsdrehungen werden sowohl an wildwachsenden als an cultivirten Pflanzen von Zeit zu Zeit zufällig aufgefunden, ohne dass man über die Erblichkeit der Anomalie andere Erfahrungen macht, als dass sie verhältnissmässig oft sich an verschiedenen Zweigen einer Pflanze, oder an mehreren Exemplaren desselben Fundortes, oder im Laufe einiger Jahre wiederholen. So beobachtet man sie bei *Weigelia amabilis* nicht selten zu Dutzenden, und sind in der Gattung *Galium* solche Missbildungen bei mehreren Arten sehr bekannt. Ich sammelte sie selbst bei *Galium verum* und *G. Aparine*. Auch *Equisetum* ist ein bekanntes Beispiel, welches als zu den Gefässkryptogamen gehörig und wegen seinen eigenthümlichen Blattwirteln besondere Beachtung verdient. Unsere Fig. 125 ist nach einem Stamme photographirt, welchen Herr Dr. Th. Weevers im Sommer 1900 unweit Nymegen mit mehreren anderen Zwangsdrehungen derselben Species sammelte. Auch *Casuarina* bildet bisweilen an den Seitenzweigen solche Missbildungen, so z. B. mehrere im Jahre 1897 im hiesigen Botanischen Garten (Fig. 126 *a*).

Im zweiten Abschnitt dieses Bandes haben wir gesehen, wie in Folge der Correlationen zwischen verschiedenen abnormalen Blattstellungen die Selection von tricotylen Keimen oft ein Mittel ist, Zwangsdrehungen von Arten zu bekommen, von denen man sie sonst nicht leicht erhalten würde. Ich nenne als Beispiele: *Dracocephalum moldavicum* (Fig. 38, S. 231), *Asperula azurea, Centranthus macrosiphon* und namentlich *Mercurialis annua*. Bei letzterer Art traten diese

Missbildungen fast alljährlich und oft in nicht unerheblicher Anzahl in meinen tricotylen und syncotylen Rassen auf (Fig. 61, S. 325).

So lange keine directen Isolirungsversuche vorliegen, lässt es sich in den meisten Fällen nicht endgültig entscheiden, ob man eine Halbrasse oder eine Mittelrasse vor sich hat. Doch spricht die Seltenheit der Anomalie bei wiederholter Aussaat meist ziemlich bestimmt für die erstere Annahme. So z. B. bei *Lupinus luteus, Silene noctiflora* und anderen Arten, welche mir bisweilen Zwangsdrehungen boten. Bei der oben erwähnten *Valeriana officinalis* (Fig. 121, S. 569) wiederholte sich die Zwangsdrehung bei einer Aussaat von Samen der gedrehten Stengel nur in sehr geringem Grade. Bei *Rubia tinctorum,* von der ich mehrere schöne Zwangsdrehungen aus den Culturfeldern meines Vaterlandes erhielt, sind sie, obgleich in den meisten Jahren vorhanden, doch stets sehr selten.[1] Bei *Agrostemma Githago* beobachtete ich in einer Rasse, welche ich seit 1888 in etwa zehn Generationen cultivirt habe, nicht gerade selten Zwangsdrehungen, aber stets in verhältnissmässig geringer Zahl. Bisweilen waren diese auf die vegetativen Theile beschränkt, bisweilen war der Kelch, in Verbindung mit dem oberen Blattpaare, in eine einerseits geöffnete Spirale umgewandelt (Fig. 127).



Fig. 125. *Equisetum Telmateja.* Zwangsdrehung eines aufrechten Stammes.

Einen Versuch über den Grad der Erblichkeit habe ich mit

[1] *Eenige gevallen van Klemdraai by de Meekrap* (*Rubia tinctorum*). Botan. Jaarb. Gent 1891. p. 74 und Tafel IV.

Dipsacus laciniatus angestellt. Diese Pflanze war mir deshalb von besonderem Interesse, weil sie zu einer Gattung gehört, aus der schöne Zwangsdrehungen seit langer Zeit allgemein bekannt sind, und zu der auch der *Dipsacus sylvestris* rechnet, von welchem ich eine an dieser Anomalie reiche, unzweifelhafte Mittelrasse habe isoliren



Fig. 126. *Casuarina quadrivalvis.* Ein Ast mit einer seitlichen Zwangsdrehung (*a*). Botanischer Garten zu Amsterdam. 1897.

Fig. 127. *Agrostemma Githago.* Der Kelch ist einerseits geöffnet, dort mit dem obersten Blattpaar verwachsen und in eine Spirale umgebildet. Cult. 1896.

können. Beim *Dipsacus laciniatus* gelang diese Isolirung aber nicht; hier war offenbar keine Mittelrasse, sondern nur eine Halbrasse vorhanden. Denn trotz einer umfangreichen Cultur in zwei Generationen erhielt ich nur sehr geringe locale Torsionen.

Ausgangspunkt für diesen Versuch bildete eine Pflanze von *Dipsacus laciniatus*, welche ich im Botanischen Garten zu Groningen

im Sommer 1895 in voller Blüthe sah. Sie war über zwei Meter hoch, mit einem völlig geraden Stengel, der aber an einem der oberen Knoten eine kleine Gruppe spiralig gestellter Blätter mit localer Zwangsdrehung hatte. Sie blühte inmitten einer Gruppe von Individuen, von denen mehrere dieselbe Abweichung, wenn auch in geringerem Grade, zeigten. Herr Prof. J. W. Moll hatte die Freundlichkeit, mir Samen von dieser Pflanze zuzustellen. Aus ihnen cultivirte ich in den beiden folgenden Jahren ein Beet von etwa 16 Quadratmeter mit 400 Pflanzen, also 25 pro Quadratmeter, was als ein ausreichender Raum betrachtet werden darf (S. 574). Die Aussaat fand Anfang April statt. Im Sommer 1897 wuchsen alle Stengel gerade auf; kein einziger war tordirt wie beim *Dipsacus sylvestris* (Fig. 122, S. 570). Auch waren alle decussirt. Geringere Abweichungen in der Blattstellung kamen allerdings vielfach vor, wie gespaltene Blätter, dreigliederiger Bau der oberen Blattwirtel, Verbindung zweier Blattpaare durch eine sogenannte Risslinie über das zwischenliegende Internodium, eine Erscheinung, welche andeutet, dass die Blätter in der Jugend spiralig statt wirtelig verwachsen waren u. s. w. Ferner gab es acht Pflanzen, also 2 %, welche je eine deutliche locale Torsion an einem der oberen Knoten hatten, ähnlich wie die Mutterpflanze. Die betreffende Blattspirale umfasste drei bis sechs Blätter. Nur diese acht Pflanzen liess ich blühen, während es sonst im Garten keinen *Dipsacus laciniatus* gab. Fünf von ihnen lieferten eine ausreichende Ernte.

Die zweite Generation meiner Cultur umfasste die Jahre 1898/99, lieferte 435 stengelbildende Pflanzen, welche bedeutend mehr Raum hatten als die vorhergehenden, und zwar 1 Quadratmeter für jedes Dutzend Exemplare. Dennoch war das Ergebniss dasselbe wie in der vorigen Generation. Alle Pflanzen bildeten gerade aufwachsende, hohe Stengel von 2—2½ Meter. Unter ihnen gab es fünf Exemplare, welche eine etwas grössere locale Zwangsdrehung hatten als in der vorigen Generation, da diese hier sieben bis zwölf Blätter in ununterbrochener Spirale umfasste. Sie stammten von drei der fünf Mütter ab. Geringere Drehungen an Knoten, welche nur zwei bis drei oder auch vier bis sechs Blätter trugen, gab es in diesem Jahre ziemlich viele, und zwar je nach der Mutter in 5, 5, 13, 13 und 28 % der Individuen.

Es war also allerdings ein Fortschritt vorhanden, der seine Ursache theilweise in der Selection, theilweise in dem weiteren Stande hatte. Während aber bei der Isolirung des *Dipsacus sylvestris torsus* sofort ein Gehalt von 34 % an schönen, nahezu über die ganze Länge

tordirten Missbildungen eintrat, sobald der Cultur der dazu erforderliche Raum gegeben wurde, traten hier, trotz der sehr günstigen Lebensbedingungen, nur ganz kleine locale Drehungen auf. Ich folgere daraus, dass aus diesen Samen eine meinem *Dipsacus sylvestris torsus* ähnliche Mittelrasse nicht isolirt werden konnte.

§ 19. Zwangsgedrehte Rassen.

Die bereits mehrfach erwähnte Rasse von *Dipsacus sylvestris torsus* (Fig. 122—124, S. 570, 572 u. 573 und Tafel IV) hat jetzt ihre neunte Generation abgeschlossen. Sie erhält sich dabei auf etwa 40 % Individuen mit schöner Zwangsdrehung und etwa 60 % Atavisten mit meist decussirter, zu einem Theile aber auch ternärer Blattstellung. Die Atavisten sowie die gedrehten Pflanzen mit unvollständiger oder unterbrochener Blattspirale sind stets vor der Blüthe ausgemerzt worden; die gedrehten konnten durch Insecten rein unter sich befruchtet werden.

Diese sehr scharfe Auslese hat den Erfolg gehabt, die Rasse auf einer ziemlich constanten Höhe zu erhalten. In den beiden ersten Generationen kannte ich die Lebensbedingungen allerdings noch nicht, und säte ich meine Saat viel zu dicht, dementsprechend erhielt ich nur am Rande meiner Beete gute Erben, und diese in viel zu geringer Anzahl. Seitdem aber diese Schwierigkeit überwunden wurde und die Rasse sich mit einem Male auf 34 % gedrehter Stämme emporschwang, sind die Erbzahlen so ziemlich dieselben geblieben, obgleich sie selbstverständlich, je nach den mehr oder weniger günstigen Witterungsverhältnissen in den einzelnen Jahren hin- und hergehenden Schwankungen unterliegen. Aber ein Fortschritt war dabei nicht zu erkennen.

Um dieses Hauptergebniss meiner achtzehnjährigen Cultur übersichtlich darzustellen, gebe ich jetzt eine kurze Zusammenstellung der neun auf einander folgenden Generationen:

Generation		Anzahl der Pflanzen	Pflanzen pro Quadratmeter	Proc. Gehalt an gedrehten Hauptstämmen
1.	1884—1885	—	—	—
2.	1886—1887	1643	50	0·1
3.	1888—1889	1616	35	4
4.	1891—1892	107	25	34
5.	1893—1894	45	22	10—20[1]

[1] Da der Umfang der 5., 6. und 7. Generation sehr klein war, sind die betreffenden Procentzahlen entsprechend ungenau. Vergl. Abschn. II, § 3, S. 123 dieses Bandes.

Generation	Anzahl der Pflanzen	Pflanzen pro Quadratmeter	Proc. Gehalt an gedrehten Hauptstämmen
6. 1895—1896	33	8	42
7. 1897—1898	70	16	46
8. 1899—1900	1295	22	32
9. 1901—1902	492	22	41

Im Mittel aus den sechs letzteren Generationen also etwa 35 %.

Die stetige Isolirung und Selection der schönsten Zwangsdrehungen erhält somit die Rasse auf ihrer Höhe, verbessert sie aber nicht in merklichem Grade.

Zu diesem Ergebnisse sind zwei Punkte zu bemerken. Erstens bedeuten die aufgeführten Procentzahlen nicht den ganzen Gehalt an Erben. Sie beziehen sich nur auf die Zwangsdrehungen im Hauptstamme. Aber so oft ich die Atavisten, statt sie auszurotten, einfach aller ihrer Blüthenköpfchen vor dem Blühen beraubt habe, zeigte es sich, dass mehrere, und oft viele unter ihnen, im Stande waren, in den Seitenzweigen mehr oder weniger schöne locale Zwangsdrehungen auszubilden. Im Jahre 1902 habe ich diese möglichst genau gezählt und fand deren 71 oder 14 %. Es bildeten somit im Ganzen 41 + 14 oder 55 %, d. h. also etwas mehr als die Hälfte der Individuen in diesem Jahre Zwangsdrehungen aus. Damit erreicht aber die Procentzahl denselben Werth, den sie sonst bei Mittelrassen und namentlich bei den Tricotylen (vergl. oben S. 281) zu haben pflegt.

Zweitens erinnere ich an die Bemerkung, welche ich im vorigen Kapitel (§ 15, S. 558) über die Selection machte. Die doppelte Selection, nach den sichtbaren Merkmalen der Samenträger und nach ihrer Erbzahl, ist hier ebenso wenig unter gewöhnlichen Versuchsbedingungen zu erreichen, wie bei den Verbänderungen. Der wichtigste Punkt, die Erbzahl, fällt hier weg, und dadurch musste die Verbesserung der Rasse, welche bei den Tricotylen so leicht auf 70—90 % Erben führt, hier selbstverständlich unterbleiben. Nur ein glücklicher Zufall könnte sie herbeiführen, oder eine Ausdehnung des Versuches auf einen viel grösseren Maassstab. In der achten Generation habe ich die Erbzahlen von zehn Müttern verglichen; sie schwankten zwischen 10—55 %. Da aber pro Mutter nur 100 bis 140 Kinder verglichen werden konnten, schien mir die letztere Zahl für die Selection ohne grosse Bedeutung. In der neunten Generation habe ich von über hundert sehr schön gedrehten Individuen Samen geerntet, in der Hoffnung, vielleicht dennoch eine Selection nach den Erbzahlen vornehmen zu können.

Ich gebe jetzt eine ausführliche Beschreibung dieses ganzen Versuches.[1]

Anfang meiner Rasse bildeten zwei Exemplare mit gedrehtem Hauptstamm, welche in einer in 1884 ausgesäten Cultur im nächsten Jahre in meinem Garten blühten. Vor ihrer Blüthe habe ich alle übrigen Individuen ausmerzen lassen.

Aus ihren Samen erhielt ich 1886 die zweite Generation. Wie bereits bemerkt, war ich damals mit den Erfordernissen der Cultur noch unbekannt und erhielt ich, wohl hauptsächlich aus diesem Grunde, nur wiederum zwei gedrehte Stämme auf nahezu 1650 Individuen. Beide blühten isolirt und trugen reichlich Samen.

Die dritte, aus diesen Samen erhaltene Generation, 1888—1889, lieferte bei nahezu gleichem Umfang 67 tordirte Stämme. Also etwa 4 %. Auch hier blühten die Samenträger isolirt.

Die vierte Generation wurde zum Theil in 1890 ausgesät und lieferte bis 10 % tordirte Individuen, welche aber nicht zur Fortsetzung der Rasse benutzt werden konnten. Theils wurde sie 1891 ausgesät, und zwar mit besserer Kenntniss der Bedingungen, wodurch ihr Gehalt an „Erben“ bis zu 34 % stieg, eine Zahl, welche die späteren Generationen der Hauptsache nach beibehalten, aber nicht erheblich überschritten haben.

Die Verbesserung in der Cultur bestand wesentlich darin, dass den jungen Pflanzen von Anfang an mehr Raum gegeben wurde. In den beiden vorigen Generationen kamen etwa 50 Exemplare pro Quadratmeter zur Ausbildung. Jetzt wurde diese Zahl auf etwa 25 reducirt, und zwar durch wiederholtes Ausjäten der überflüssigen im Juni, jedes Mal, als die Pflänzchen anfingen sich zu berühren.

Mitte Mai 1891 hatte die Aussaat auf den Beeten stattgefunden. Anfang October sah ich auf etwa 100 Individuen bereits ein halbes Dutzend mit spiraliger Blattstellung im Herzen der Rosette; Anfang November konnte ich etwas über die Hälfte der Pflanzen als zweifellose Atavisten entfernen. Als darauf Ende Mai 1892 die Stengel kräftig emporwuchsen, wurden sie endgültig ausgesucht und gezählt. Ich bekam, zusammen mit den Zahlen vom November, also für die ganze Cultur:

Gedrehte Stämme	37	= 34 %
Stämme mit dreizähligen Blattwirteln . .	12	= 11 „
Atavisten mit decussirter Blattstellung . .	58	= 55 „
Summe:	107	

[1] *Annals of Botany.* Vol. XIII. No. LI. Sept. 1899. p. 401.

Sehr wichtig ist es, zu bemerken, dass die Anzahl der tordirten Stämme durch den weiteren Stand der Pflanzen nicht nur relativ (pro 100 Individuen), sondern auch absolut (pro Quadratmeter) zugenommen hat. Es standen in der dritten Generation pro Quadratmeter 50 Pflanzen, von denen 4 % (1—7 %), also etwa 1—4 Exemplare, tordirt waren. In der vierten Generation aber hatte ich 4 Quadratmeter mit 37 tordirten Individuen, also 9 pro Quadratmeter.

Ich wählte auf diesem Beete die sieben am schönsten tordirten Pflanzen als Samenträger aus. Sie hatten alle auch locale Zwangsdrehungen in einigen Aesten. Ich isolirte sie vor der Blüthe.

Die fünfte Generation, 1893—1894, ist weniger günstig ausgefallen; sie brachte es nur bis 20 % tordirter Hauptstämme. Ich habe für sie die Samen nicht, wie bis dahin, auf den Beeten ausgesät, sondern in Schüsseln im Gewächshause meines Laboratoriums. Diese Methode hat sich seitdem als bequemer und sicherer herausgestellt und ist in den beiden folgenden Generationen gleichfalls befolgt worden.

Die Aussaat der im September 1892 geernteten Samen fand Mitte März 1893 statt; Mitte April wurden die besten Pflänzchen je in einen Topf von 10 Cm. mit guter Gartenerde und starker Düngung gepflanzt, und Mitte Mai wurden sie auf's Beet gebracht und dabei dieselbe gegenseitige Entfernung wie in der vorigen Generation gewählt (22 Pflanzen pro Quadratmeter). Im nächsten Jahre, 1894, schossen alle Stengel empor und wurden gezählt. Es fanden sich:

	A	B	% A	% B
Gedrehte Hauptstämme	5	2	20	10
Dreizählige „	1	1	4	5
Decussirte „	19	17	76	85
Summe:	25	20		

A und B sind zwei Gruppen, welche aus den besonders geernteten Samen von zwei Samenträgern von 1892 hervorgegangen waren.

Der Umfang der Cultur ist, wie man sieht, zu klein, um eine genaue Beurtheilung der procentischen Zahlen zulässig erscheinen zu lassen.

Von den vier besten Pflanzen wurden im Herbst 1894 die Samen geerntet, nachdem sie vor der Blüthe von den übrigen isolirt worden waren.

Die sechste Generation, 1895—1896, lieferte wiederum ein besseres Resultat, 42 % tordirte Hauptstämme, welches, wenigstens zum Theil, durch grössere Entfernung der Pflanzen von einander, bei übrigens

gleicher Cultur, erhalten wurde. Aussaat Mitte März im Gewächshause in Schüsseln, Samen von 1894. Anfang April in Töpfe, Anfang Mai auf's Beet. Im Ganzen nur 33 Pflanzen auf 4 Quadratmeter, also etwa 8 pro Quadratmeter. Ende October fand ich 14 Rosetten mit spiraliger Blattstellung im Herzen, 7 dreizählige und 12 decussirte. Also 42 $^0/_0$ spiralige, 21 $^0/_0$ dreizählige und 36 $^0/_0$ decussirte. Im Mai 1896 bestätigte sich dieses Resultat und wurden die zwei- und dreizähligen Individuen ausgerodet. Die sechs am schönsten tordirten Individuen wurden als Samenträger ausgewählt und vor der Blüthe isolirt.

Die siebente Generation, 1897—1898, cultivirte ich nahezu in derselben Weise. Aussaat im Gewächshause am 5. Mai 1897, aus Samen von 1896, nachher in Töpfe und noch später, Anfang Juli, auf's Beet, 16 Individuen pro Quadratmeter; im Ganzen 70 Pflanzen.

Ende Mai 1898 hatte ich:

Gedrehte Stämme	32	= 46 $^0/_0$
Dreizählige „	21	= 30 „
Decussirte „	17	= 24 „
Summe:	70	

In der achten Generation habe ich die Pflanzen genau in derselben Weise behandelt wie in der vorhergehenden. Dabei habe ich erstens, wie bereits bemerkt, die Nachkommen von zehn verschiedenen Müttern mit einander verglichen, zweitens für jede Mutter die Samen des gipfelständigen Köpfchens der ganzen Pflanze mit den Samen der auf den Hauptzweigen stehenden Inflorescenzen verglichen. Für die letzteren wählte ich auf jeder Mutter vier bis acht der kräftigsten Zweige, welche auf der Mitte des am stärksten tordirten Theiles des Hauptstammes eingepflanzt waren. Sie entsprachen also dem Maximum der grossen Periode dieses Stammes[1] und zeigten dieses auch dadurch an, dass sie selbst unter allen Seitenzweigen an kleinen localen Torsionen am reichsten waren. Aus den Samen der primären Inflorescenzen hatte ich 645 Pflanzen mit 31 $^0/_0$, aus denen der secundären Inflorescenzen aber 650 Individuen mit 34 $^0/_0$ gedrehter Hauptstämme. Also kein wesentlicher Unterschied.

Die neunte Generation umfasste theilweise Kinder von gedrehten Exemplaren, theilweise solche von Atavisten. Ihre Cultur war dieselbe wie vorher; auf ihre Ergebnisse komme ich aber im nächsten Paragraphen zurück.

---

[1] Vergl. T. Tammes, *Die Periodicität morphologischer Erscheinungen bei den Pflanzen.* Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam 1903.

Ausser *Dipsacus sylvestris* besitze ich noch zwei andere erbliche Rassen, welche an schönen Zwangsdrehungen überaus reich sind und also zu den Mittelrassen oder Doppelrassen gerechnet werden können.

Die erstere ist *Dianthus barbatus torsus*. Von dieser Form erhielt ich im Herbst 1894 einen schön tordirten Ast von Herrn J. Ensink in Ruurlo. Die Zwangsdrehung war in ähnlicher Weise ausgebildet als in unserer Fig. 128, die Früchte waren aber reif und voller Samen. Die Samen konnte ich aber erst im Frühling 1897 aussäen.



Fig. 128. *Dianthus barbatus torsus*, die gedrehte Bart-Nelke. Stengel unten mit decussirter, oben mit spiraliger Blattstellung. Juni 1900.

Die Pflanze blüht erst im zweiten Jahre und zwar jedes Exemplar auf etwa 10—20 Sprossen. Ich machte eine Cultur von nahezu 300 Individuen, welche in gegenseitigen Entfernungen von 20 Cm. ausgepflanzt wurden. Im Juni des zweiten Jahres (1898) fingen die Pflanzen an zu blühen. Weitaus die meisten Stengel waren normal decussirt, mehrere hatten auf der ganzen Länge oder auch nur im oberen Theile dreigliederige Wirtel, wiederum andere waren tordirt und mit spiraliger Blattstellung. Auch diese Anomalie lag vorzugsweise in der oberen Hälfte des Stengels unterhalb der Inflorescenz; bisweilen war aber der ganze Stamm oder ein grösserer Theil gedreht oder erstreckte sich die Torsion bis in die Inflorescenz. Das Maximum der Anomalie fällt, soweit ich sehen konnte, wenigstens der Hauptsache nach mit dem Maximum der grossen Periode des Wachsthums zusammen, ähnlich wie bei *Dipsacus*. Ich zählte im Ganzen auf etwas über 4600 normalen Stengeln 53 mehr oder weniger stark gedrehte (33 Zwangsdrehungen über einen grösseren Theil des Sprosses und 20 solche über kleinere Theile in allen Graden der Ausbildung). Also etwa 1 % der sämmtlichen Sprosse. Die 33 schönen Torsionen fanden sich auf zehn Pflanzen, von denen fünf je 12, 6, 5, 3 und 2 gedrehte Sprosse und die übrigen fünf je eine solche Missbildung hatten. Die 20 kleineren Missbildungen fanden sich zerstreut, es hatten somit etwa 10 % der Individuen die Anomalie entwickelt. Auffallend war dabei, dass

die am reichsten ausgestatteten Individuen vorzugsweise am südlichen Rande des Beetes standen.

Die erwähnten ausgesuchten Exemplare liess ich erst zur Blüthe gelangen, als alle übrigen Pflanzen ausgemerzt waren. Im Frühling 1899 säte ich nur die Samen des Exemplares mit zwölf Zwangsdrehungen. Ich pflanzte jetzt 180 Individuen und zwar in derselben gegenseitigen Entfernung und auch sonst unter gleichen Bedingungen wie in der vorigen Generation. Sie blühten im Sommer 1900. Beim Anfang der Blüthe hatte ich 2246 Stengel, von denen 1246 mit decussirter und 414 mit ternärer Blattstellung. Ferner gab es 227 Stengel, welche über mehr als die Hälfte und 359, welche nur im oberen Theile tordirt waren. Also im Ganzen 26 $^0/_0$ tordirter Sprosse gegen 1 $^0/_0$ in der vorhergehenden Generation. Oder im Mittel drei Zwangsdrehungen pro Pflanze. Nach einer Schätzung hatten weit über die Hälfte der Individuen einen oder mehrere gedrehte Stengel.



Fig. 129. Das dunkeläugige Himmelröschen (*Viscaria oculata*) mit Zwangsdrehung im Hauptstamm; *a* die Gipfelblüthe dieses Hauptstammes, deren Stiel durch die Torsion zuerst abwärts gebogen ist und sich dann wieder aufwärts gekrümmt hat; *b*, *c* der gestreckte Theil unterhalb der Drehung; *d* Unterbrechung der Torsion. 1900.

Es war somit in zwei Generationen gelungen, aus den anfänglichen, durch freie Befruchtung theilweise verunreinigten Samen eine gute Mittelrasse zu isoliren.

Die andere, oben angedeutete Rasse gehört zu *Viscaria oculata* (*Lychnis Coeli-rosa*), dem Himmelröschen unserer Gärten. Die Pflanze

ist eine einjährige und die Cultur bequem und sehr zu empfehlen. Ihre Stengel werden in Folge der Zwangsdrehung sehr verkürzt und bleiben daher niedrig, blühen aber reichlich (Fig. 129). Ich fand im Jahre 1897 in einer zu einem anderen Zwecke angestellten Cultur eine gedrehte Pflanze, ähnlich wie die abgebildete, und sammelte nach gemischter Blüthe ihre Samen für sich.

Im Jahre 1898 hatte ich daraus eine Cultur von 300 Pflanzen, von denen 259 normal waren, während 40 im Hauptstamm und 28 andere in einem oder mehreren Seitenzweigen Zwangsdrehungen aufwiesen. Also 21 $^0/_0$ tordirte Individuen. Nur die am schönsten tordirten (21) Exemplare liess ich blühen und Samen tragen; von diesen säte ich nur die Samen der am allerschönsten gedrehten Pflanze. Ich hatte davon im nächsten Jahre (1899) 385 Individuen, von denen 137 oder etwa 35 $^0/_0$ Zwangsdrehungen ausbildeten. Wie bei *Dipsacus* und *Dianthus* gab es auch hier viele Individuen mit dreizähligen Blattwirteln; ich zählte deren etwa 100 oder ein Viertel der ganzen Cultur.

Die vierte Generation cultivirte ich im Jahre 1900, aber nur in geringem Umfange. Sie war gleichfalls reich an Zwangsdrehungen und lieferte mir die in Fig. 129 nach einer Photographie abgebildete Pflanze.

Ohne Zweifel würde man bei mehreren anderen Arten Aussicht haben, durch Isolirung zwangsgedrehter Individuen reich ausgestattete Mittelrassen zu bekommen, und man würde dazu vorzugsweise solche wählen, welche bereits ohne Auswahl öfter diese Missbildung hervorbringen. So z. B. *Gypsophila paniculata, Urtica urens* (von der ich bereits eine zweite Generation mit gutem Erfolge cultivirt habe), und vielleicht auch *Scabiosa atropurpurea.* Dagegen haben meine Aussaaten von Samen zwangsgedrehter Exemplare von *Valeriana officinalis, Saponaria officinalis, Galium Aparine*[1] und anderen, wie theilweise bereits oben erwähnt, mir eine solche Aussicht nicht eröffnet.

Die Existenz erblicher Doppelrassen oder Mittelrassen mit Zwangsdrehung scheint mir durch die mitgetheilten Versuche völlig bewiesen. Sie werden durch einen Zufall aufgefunden und dann leicht durch Isolirung rein dargestellt und auf einen Gehalt von etwa 30—40 $^0/_0$ tordirter Individuen gebracht. Dieser Gehalt konnte bis jetzt zwar vorübergehend durch Cultur, nicht aber auf die Dauer durch Selection wesentlich erhöht werden.

---

[1] *Bydragen tot de leer van den klemdraai.* Botanisch Jaarboek. Gent IV. 1892. S. 154. Tafel XV.

§ 20. Die Bedeutung der Atavisten.

Trotz der besten Pflege und trotz wiederholter sorgfältiger Selection bleiben die zwangsgedrehten Rassen reich an Atavisten. Diese sind theilweise decussirte Exemplare vom normalen Bau der Art, theilweise haben sie dreigliederige Blattwirtel, wie solche an den gedrehten Individuen ganz gewöhnlich oberhalb der Zwangsdrehungen gesehen werden.

Wir werden jetzt, ebenso wie wir es bei den Verbänderungen gemacht haben, das Wesen, und namentlich die Erblichkeitsverhältnisse dieser Atavisten näher untersuchen. Ich schicke dabei das Hauptergebniss voran, welches darin besteht, dass die Atavisten nicht aus der zwangsgedrehten Rasse heraustreten, sondern zur Fortsetzung dieser wenigstens nahezu ebenso gut verwendet werden können, wie die besten Erben.[1]

In erster Linie sei die Thatsache angeführt, dass es zwischen den Atavisten und den Erben keine scharfe Grenze giebt. Allerdings ist der Unterschied zwischen den hohen, gerade aufsteigenden Stengeln und den kurzen, gedrungenen Missbildungen ein höchst auffallender, wie es unsere Tafel IV zeigt. Es ist ganz klar, dass es sich hier nicht um die fluctuirende Variation einer einzelnen Eigenschaft handelt, sondern dass zwei antagonistische Anlagen im Spiele sind. Die eine schliesst die andere aber nicht völlig aus. Auch die am stärksten gedrehten Hauptstämme tragen Zweige, deren Mehrzahl zu der decussirten Blattstellung zurückkehrt. Nie erhält man eine Pflanze, aus der die letztere ganz verschwunden wäre. Ebenso zeigen die atavistischen Individuen mit völlig geradem Hauptstamm und mit decussirten oder ternären Blättern nicht selten in ihren Seitenzweigen Zwangsdrehung, wie wir bereits oben gesehen haben. Im Jahre 1887 habe ich die Hälfte der Atavisten meiner damaligen Cultur von *Dipsacus sylvestris torsus* dicht am Boden abgeschnitten. Aus der Stengelbasis schlugen sie aus. Ich erhielt in dieser Weise nahezu 2000 Zweige secundärer und tertiärer Ordnung. Unter diesen gab es 235 mit geringen aber deutlichen Torsionen in einem Knoten und 26 mit einer kleinen mehrblätterigen Zwangsspirale. In der dritten Generation habe ich denselben Versuch mit ähnlichem Erfolge wiederholt, und auch an einzelnen, bis kurz vor der Blüthe stehen gelassenen Atavisten Torsionen an den höheren Zweigen beobachtet.

[1] Bei den gefüllten Levkojen sind die gefüllten Exemplare bekanntlich steril und werden die Varietäten mittelst der Samen der einfachen fortgepflanzt. Auch hier giebt es bei gewöhnlicher Feldcultur etwa 50 % solcher Atavisten.

Auch andere Fehler der Blattstellung deuten das Zugehören der Atavisten zu der Rasse an. Erstens die Individuen mit dreigliederigen Wirteln. Diese fangen nicht sofort in der Jugend damit an; sogar sind tricotyle Keimpflanzen in meiner Rasse sehr selten. Zuerst ist die Blattstellung immer decussirt, und erst im Spätsommer oder im Herbst, zur Zeit, wenn andere Exemplare ihre Blätter spiralig zu stellen anfangen, geht hier die decussirte Stellung in eine dreigliederige über. Diese bleibt dann fast ausnahmslos über den ganzen empor wachsenden Stamm bis an das Endköpfchen erhalten. Solche Pflanzen sehen aus wie ganz normal, namentlich zeigen die Blätter ihres Stammes

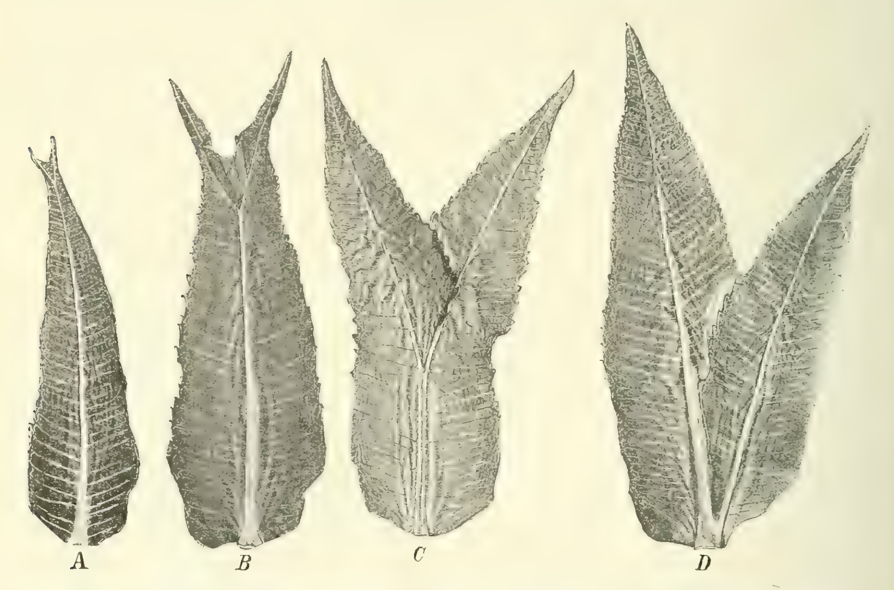


Fig. 130. *Dipsacus sylvestris torsus.* Gespaltene Blätter der decussirten Atavisten der achten Generation, 1900. *A—D* zunehmende Grade der Spaltung.

nicht die sonst so häufigen Spaltungen des Hauptnerven. Dagegen kommen sowohl diese, wie locale Zwangsdrehungen und andere Anomalien an den Seitenzweigen der wirteligen Stämme nicht gerade selten vor.

Die Beziehung der dreigliederigen Wirtel zu der spiraligen Anordnung harrt noch einer genauen Untersuchung. Vielleicht sind die ersteren als ein niedrigerer Grad der Anomalie zu betrachten. Dafür spricht namentlich der Umstand, dass stark gedrehte Individuen, welche oberhalb der Zwangsdrehung ein oder mehrere gestreckte Internodien tragen, auf diesen meist dreigliederige Wirtel besitzen.

Die decussirten Individuen sind reich an Blättern mit gespaltenen

Hauptnerven (Fig. 130 *A—D*), und zwar in allen Graden der Spaltung, von einfach zweispitzigen Blättern bis völlig gespaltenen.[1] Auch tragen sie im oberen Theile bisweilen einen oder zwei gleichmässig dreigliederige Wirtel. Die Reihe dieser Spaltungen ist schon von DELPINO aufgestellt worden;[2] jede Generation meiner Rasse bietet ein reichliches Material zur Demonstration (Fig. 130 *A—D*).

In der dritten Generation liess ich 13 Atavisten bis kurz vor der Blüthe stehen; sie zeigten sämmtlich in der oberen Stengelhälfte einige gespaltene Blätter. In der neunten Generation beobachtete ich auf 172 von den 220 decussirten Atavisten am Hauptstamme dieselbe Anomalie, also an etwa 80 % der ganzen Gruppe. Von den anderen zeigten mehrere die Abweichung noch an den Seitenzweigen.



Fig. 131. *Valeriana officinalis.* Ein Stamm mit örtlicher Torsion aus derselben Cultur wie Fig. 121. Juni 1900.

In der Achsel gespaltener Blätter sah ich zumeist nur einen Spross, bisweilen aber deren zwei, oder auch einen flachen, breiten, mit zwei Blüthenköpfchen am Gipfel. Auch in dieser Richtung bestätigt meine Cultur die von DELPINO aufgestellten Reihen.

Wie auf die Zwangsdrehung selbst, hat die Lebenslage auf diese untergeordneten Anomalien einen grossen Einfluss. Je günstiger die Bedingungen sind, um so seltener werden die Individuen, welche in allen Zweigen und in allen Blättern völlig normal sind. Offenbar ist die Anlage für die Missbildung in allen vorhanden.

Im Anschluss an diese Erörterungen mögen hier die mehrfach erwähnten sogenannten localen Zwangsdrehungen noch eine kurze

[1] *Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. VII. 1889. S. 296.

[2] F. DELPINO, *Teoria generale della Fillotassi.* Atti della R. Universita di Genova. IV. Parte II. 1883.

Besprechung finden. Sie kommen wohl gelegentlich in allen zwangsgedrehten Rassen vor. Unsere Figur 131 stellt einen solchen Fall für *Valeriana officinalis* dar. Er blühte in demselben Jahre und auf demselben Beete wie der völlig tordirte Stengel Fig. 121 (S. 569).

Bei *Dipsacus laciniatus* war die Missbildung in meiner Cultur bis jetzt nur auf solche beschränkt, bei *Dipsacus sylvestris torsus* erhielt ich sie unter besonderen Lebensbedingungen an aufrecht wachsenden, sonst decussirten Stengeln. Am schönsten pflegen sie aber an den Seitenzweigen der tordirten Individuen ausgebildet zu sein, namentlich an den kräftigsten Aesten, welche aus den Achseln der Wurzelblätter und aus der Mitte des gedrehten Stammes emporspriessen.

Wie bei den Verbänderungen sind auch bei den Zwangsdrehungen die Zwischenformen zwischen diesen und der normalen Blattstellung verhältnissmässig selten. Allerdings nicht, wenn man die dreigliederigen Wirtel, die gespaltenen Blätter und die örtlichen Torsionen der Seitenzweige mitrechnet. Wohl aber, wenn man seine Aufmerksamkeit auf die Zwangsdrehung am Hauptstamme beschränkt. Die genaue Messung desjenigen Theiles, auf dem die Blätter in einer Spirale stehen, stösst leider auf grosse Schwierigkeiten, da der Anfang dieser Spirale innerhalb der Rosette liegt und erst zu einer Zeit stattfindet, wo die äusseren Blätter bereits längst verfault sind. Ich habe allerdings diesen Anfang in einigen Fällen genau ermittelt, indem ich von der Keimung ab die Blattpaare markirte und zählte. Auf die Anwendung dieser sehr umständlichen Methode für die Feststellung einer Curve habe ich aber bis jetzt verzichtet. Dagegen lässt sich leicht abzählen, wie viele gestreckte Internodien es oberhalb der Zwangsdrehung giebt, und diese sind selbsverständlich um so zahlreicher, je kleiner der tordirte Theil ist.

Im Jahre 1900, als meine achte Generation 1295 blühende Pflanzen umfasste, habe ich für jeden gedrehten Stengel die Zahl der gestreckten Internodien oberhalb der Drehung aufgeschrieben. Wenn ich dabei den stets vorhandenen langen Stiel des Endköpfchens nicht mitrechne, so erhalte ich die folgende Reihe:

	Ex. ohne Zwangsdrehung	Mit 0—6 gestreckten Internodien oberhalb der Zwangsdrehung						
Gestreckte Internodien		6	5	4	3	2	1	0
Individuen	900	2	3	1	2	40	200	148

Die Curve, welche man aus diesen Zahlen construiren kann, ist offenbar eine zweigipfelige und im Wesentlichen von derselben Form wie die entsprechende, in Fig. 117 (S. 565) für die Verbänderungen

dargestellte. Torsionen mit 2, 1 und 0 gestreckten Internodien auf ihrem Gipfel sind weitaus die häufigsten; kleinere Torsionen kommen nur in 9 Fällen auf 1295, also in weniger als 1 % aller Individuen oder in etwa 2 % der tordirten Exemplare vor. Im Sommer 1902 habe ich auf meinen Beeten dieselben Zählungen wiederholt; die Zwischenformen waren etwas häufiger und erreichten etwa 7 % auf den 492 Individuen; die Form der Curve wurde dadurch aber nicht wesentlich verändert.

Ueber die Erbzahlen der Atavisten habe ich in der achten und neunten Generation einen Versuch angestellt. Im Juli 1900 liess ich auf einem Beete einige stark gedrehte, einige völlig decussirte und einige Stämme mit nur dreigliederigen Wirteln zur Blüthe gelangen. Ich reducirte die Zahl der Köpfchen vor der Blüthe auf das gerade Erforderliche und sorgte für isolirte Bestäubung in der folgenden Weise. Alle Köpfchen wurden in Pergaminbeutel eingehüllt und täglich wurden die Beutel von einer Gruppe während einiger Stunden abgehoben. Die zahlreich herumfliegenden Hummeln konnten also an dem einen Tage nur gedrehte, am anderen nur decussirte, am dritten nur ternäre Individuen besuchen. Diese Behandlung wurde fortgesetzt, bis alle Köpfchen verblüht waren. Die Samen wurden von jeder Pflanze besonders eingesammelt. Im Frühling 1901 säte ich die Samen von zwei decussirten, drei ternären und vier gedrehten Samenträgern aus und zählte für jede Mutter im Jahre 1902, kurze Zeit vor der Blüthe, die Hauptstämme. Da aber die Zahlen für die einzelnen Samenträger jeder Gruppe nicht wesentlich von einander abwichen, so gebe ich hier nur das Gesammtresultat:

Samenträger	Kinder, in Procenten:			Anzahl
	Zweizählig	Dreizählig	Gedreht	
Zweizählig	48	8	44	201
Dreizählig	39	24	37	136
Gedreht	45	14	41	155
			Summe:	492

Wie man sieht, sind die Kinder der Atavisten genau ebenso reich an gedrehten Stämmen wie die Kinder der besten Erben der Rasse. Dagegen scheint unter den Atavisten die Selection der decussirten bezw. ternären einen Einfluss in der betreffenden Richtung ausgeübt zu haben.

Die gedrehten *Dipsacus*-Stämme sind theilweise nach links, theilweise nach rechts tordirt. Und zwar findet man von beiden Sorten

stets ungefähr dieselbe Anzahl.[1] Dadurch[2] entsteht für die Selectionslehre eine sehr merkwürdige Frage, nämlich, ob man durch Selection der in einer bestimmten Richtung gedrehten Stämme das Gleichgewicht stören und ein Uebergewicht für die gewählte Richtung erreichen kann. Da nach der in diesem Buche vertretenen Ansicht die Selection gar nicht alles vermag, ist die Erwartung gestattet, dass es sich in diesem Falle nicht um eine fixirbare Eigenschaft handelt und dass die Selection also hier ohne Einfluss bleiben wird. Ich habe aus diesem Grunde zuerst in der siebenten Generation nur Pflanzen mit einer nach rechts aufsteigenden Blattspirale blühen lassen, und ebenso hatten sämmtliche tordirte Samenträger der achten Generation dieselbe Richtung der Spirale. Der Erfolg war bisher der folgende. Ich zählte:

	Blattspirale nach		
	rechts	links	
8. Generation	205	215	Individuen
9. Generation	40	24	„

Dieser Versuch wird noch fortgesetzt.

Die erblichen, an Zwangsdrehungen reichen Mittelrassen bilden ein geeignetes Material, um durch Kreuzung zu versuchen, die Missbildung auf verwandte Arten zu übertragen. Bis jetzt liegt aber in dieser Richtung nur eine einzige Thatsache vor, welche mir von Herrn Prof. LE MONNIER in Nancy brieflich mitgetheilt wurde.[3]

Er sandte mir zwei gedrehte Stämme von *Dipsacus fullonum*, welche eine ebenso starke und ebenso vollständige Zwangsdrehung aufwiesen wie die besten Exemplare meiner Rasse (Fig. 122 *A* und *B*, S. 570), und welche diese Missbildung einer Kreuzung verdanken zwischen der betreffenden Art mit meinem *Dipsacus sylvestris torsus*, den Herr LE MONNIER seit vielen Jahren in grösserem Umfange cultivirt.

Im Jahre 1896 blühte meine Rasse gleichzeitig mit dem gewöhnlichen *D. fullonum* im Botanischen Garten zu Nancy, und zwar in einer gegenseitigen Entfernung von etwa 100 Meter, aber in grossen Mengen. Der Pollen konnte leicht von den Insecten von einem Beet auf das andere übertragen werden. Aus den Samen des *Dipsacus*

---

[1] *Annals of Botany* a. a. O. S. 404.

[2] R. M. YERKES, *Variation in the fiddler Crab, Gelasimus pugilator.* Proceed. Americ. Ac. of Arts and Sciences. 1901. Vol. 36. No. 24. p. 417. p. 441: Right- and left-handed animals occur in approximately equal numbers.

[3] *Journ. Roy. Hortic. Soc.* 1900. Vol. XXIV. p. 69.

fullonum entstanden, neben zahlreichen normalen Pflanzen, drei mit gedrehten Stämmen. Eine von ihnen hatte aufwärts gerichtete Bracteen im Involucrum, ein Merkmal des *D. sylvestris,* welches ihn vom *D. fullonum* unterscheidet. Weitere Untersuchungen über diese wichtige Frage sind abzuwarten.

Die in diesen Paragraphen vorgeführten Thatsachen scheinen mir den Beweis zu liefern, dass die zwangsgedrehten Mittelrassen sich genau so verhalten wie die entsprechenden verbänderten Rassen, und dass namentlich auch hier der Atavismus nur ein morphologischer ist und kein Austreten aus der Rasse bedeutet.

VI. Kreuzungen des Cruciata-Merkmales.

§ 21. Das Cruciata-Merkmal.

Dass Bastardbefruchtungen bei der Entstehung von Arten und Varietäten eine wesentliche Rolle spielen, dürfte nach dem am Anfang dieses Abschnittes Mitgetheilten wohl nicht fraglich sein. Allerdings nicht in dem Sinne, dass dadurch neue elementare Eigenschaften entstehen könnten, wohl aber so, dass einerseits die neuen Eigenschaften im Anfang den Gefahren der Kreuzung ausgesetzt sind, und andererseits, dass durch hybride Verbindungen Merkmale, welche in getrennten Stämmen entstanden sind, in denselben Individuen vereinigt werden können.

Im Anschluss an diese Ergebnisse haben wir ferner die Frage behandelt, in wie fern inconstante Rassen, wie wir sie im letzten Abschnitt des ersten Bandes kennen lernten, durch Kreuzung entstanden sein können. Von der allgemeinen Regel der völligen Samenbeständigkeit der Arten und Varietäten bilden sie eine so auffallende Ausnahme, dass es auf der Hand liegt, dafür eine besondere Ursache zu suchen. Ich meine nicht die Fälle von seltenem Atavismus oder die nur bei vegetativer Fortpflanzung sich häufiger wiederholenden Knospenvariationen, obgleich auch hier eine nähere Prüfung gewiss mehrere Beispiele in das Gebiet der Bastardlehre zurückweisen dürfte.[1] Ich habe hier im Besonderen diejenigen Rassen im Auge, welche bei

[1] Vergl. unten, § 8 des letzten Abschnittes.

genügendem Umfang der Cultur alljährlich aus Samen und oft aus Knospen Rückschläge hervorbringen.

Im ersten Bande habe ich diese Fälle, und namentlich die gestreiften Blumen, ausführlich besprochen, und zwar ohne auf die Frage einer möglichen Erklärung näher einzugehen. Es galt dort nur ihre besondere Natur, in Verbindung mit den übrigen Beispielen des Atavismus, klar zu legen. In § 9 dieses Abschnittes haben wir ferner die Uebereinstimmung ihrer Inconstanz mit Bastardspaltungen geprüft, um zu unterscheiden, in wie fern diese uns eine tiefere Einsicht geben könnten.



Fig. 132. *Oenothera cruciata* Nutt. der botanischen Gärten. *A* ein typisches Exemplar, *B* ein Wurzelblatt desselben. *C* ein „atavistisches" Exemplar mit breiten Blumenblättern.

Allerdings wäre der directe Weg der, dass man versuchte, durch Kreuzung constanter Typen eine inconstante Rasse herzustellen. So lange solches aber nicht gelungen ist, ist man auf andere, mehr indirecte Methoden angewiesen.

Zu diesem Zwecke habe ich mit einer sehr eigenthümlichen inconstanten Rasse eine Reihe von Versuchen über Selbstbefruchtung und Kreuzung angestellt, deren Ergebnisse ich in diesem Kapitel beschreiben werde.

Die fragliche, oben bereits besprochene[1] Rasse ist die in den europäischen botanischen Gärten cultivirte Form der *Oenothera cruciata* Nutt., welche gewöhnlich ohne Weiteres mit diesem Namen angedeutet wird und unter ihm im Samentauschverkehr leicht erhältlich ist. Die europäische

[1] Vergl. S. 100 dieses Bandes.

Gartenpflanze scheint mir aber wegen ihrer Inconstanz nur eine Rasse der amerikanischen Art zu sein.

Betrachten wir zunächst die Eigenschaft, der die Pflanze ihren Namen verdankt. *Cruciata* heisst hier kreuzblüthig; die vier Kronenblätter bilden in der geöffneten Blüthe ein kleines Kreuz. Dieses rührt daher, dass sie nicht breit und mehr oder weniger umgekehrt herzförmig sind, wie bei den übrigen Arten derselben Gruppe (der Untergattung *Onagra*), sondern schmal, fast linealisch (Fig. 132 *A* und Fig. 133 *B*).

Auf verschiedenen Exemplaren der in den Gärten cultivirten Form findet man die Breite dieser Petalen eine wechselnde. Auf einigen sind sie völlig linealisch, oben nicht breiter als unten, und mit einer feinen Spitze endigend. Auf anderen sind sie mehr oder weniger verbreitert; oben oft doppelt so breit als unten, oder auch noch mehr. In derselben Weise variirt die Farbe. Die ganz schmalen Blumenblätter sind grünlich, die breiteren fast gelb oder rein gelb. Mitunter kommen Exemplare vor, welche ich als „Atavisten" bezeichnen werde, da sie die herzförmigen Petalen der *Onagra*-Gruppe besitzen (Fig. 132 *C*), obgleich sie sonst in allen Merkmalen mit den kreuzblüthigen übereinstimmen. Hier sind die Petalen leuchtend gelb, und die schmalen Blumenblätter der echten *Cruciata* stimmen mit ihnen häufig genau in der Farbe überein.

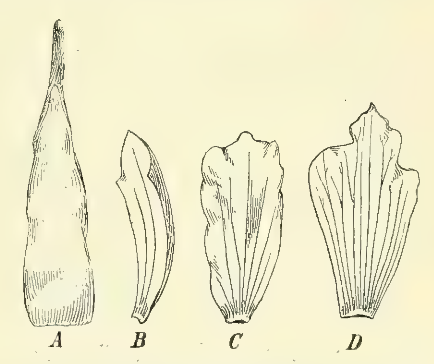


Fig. 133. *Oenothera Lamarckiana cruciata.* *A* ein normales Kelchblatt, von vorn gesehen; *B, C, D* Kronenblätter; man erkennt mehr oder weniger deutlich die Spitze und die beiden seitlichen, unterhalb der Spitze befindlichen Lappen, welche an den stachelartigen Fortsatz und dessen Anheftung an das Kelchblatt erinnern. Nach der Natur gezeichnet von Henri Th. A. Hus.

Eine eingehendere Prüfung des Kreuzes lehrt, dass wir einen Fall von Sepalodie der Krone vor uns haben. Die Kronenblätter sind in Kelchblätter umgewandelt. Allerdings nicht vollständig, und namentlich erreichen sie die Länge der echten Kelchzipfel nicht (Fig. 133).

Sepalodie der Krone ist im Pflanzenreiche eine sehr seltene Erscheinung. In seiner *Vegetable Teratology* beschreibt Masters davon nur einen einzigen Fall.[1] Es ist dieser der *St. Valery*-Apfel, dessen

[1] 1869. S. 282. Vergl. auch die Uebersetzung desselben Werkes von Udo Dammer. 1886. S. 320. Von dem im Handel befindlichen *Malus apetala* habe ich noch keine Blüthen beobachten können.

Blüthen an den Stellen der Kronenblätter kleine dreieckige Gebilde tragen, welche als einen zweiten, inneren Kreis von Kelchblättern aufgefasst werden können. In diesen Blüthen sind auch die Staubfäden in schmale, blattartige Gebilde umgewandelt, welche keinen Pollen hervorbringen.[1] Andere Beispiele giebt es gewiss noch, aber nur äusserst spärlich und selten.[2]

In meiner inconstanten Rasse ist die Sepalodie eine unvollständige. Sie trifft die Kronenblätter streifenweise, indem gelblich grüne und leuchtend gelbe Längsstreifen mit einander abwechseln. Aber die grünen Streifen sind der Form des Kelches entsprechend schmal, während die gelben sich verbreitern, ähnlich wie ja auch die normalen Petalen in die Breite wachsen. Denkt man sich ein sepalodisches Kronenblatt im jungen Zustande, vor dem Anfang des Breitenwachsthumes streifenweise aus gleich breiten, abwechselnden Theilen von den Eigenschaften der Krone bezw. des Kelches zusammengesetzt, so werden, wenn die Periode jenes Wachsthumes eintritt, die ersteren Streifen sich erheblich verbreitern, die letzteren aber nur unbedeutend. Und dieses Princip bedingt im Allgemeinen die eigenthümlichen Formen der cruciaten Kronenblätter.

Das Studium des anatomischen Baues bestätigt diese Auffassung.[3] Die grünen Streifen haben den Bau der Kelchblätter, namentlich ihre Oberhaut mit Spaltöffnungen und Haaren; die gelben Theile haben eine glänzende, glatte Haut, ohne diese Gebilde. Die Ausdehnung und die Vertheilung der Intercellularräume entsprechen den äusserlich sichtbaren Eigenschaften, wie zu erwarten war, und ebenso die Farbstoffe im Zelleninhalt.

Je schmaler die cruciaten Petalen sind, um so mehr herrscht die Kelchnatur vor. Die rein linearischen sind nicht nur fast ganz grünlich und deutlich behaart, sondern ahmen auch in ihrer Form die Kelchblätter nach. Die letzteren tragen an ihrer Spitze eine kleine cylindrische, grüne und saftige „Granne", welche frei absteht, wenn der Kelch noch geschlossen ist. Die einzelnen Kelchblätter schliessen dann nach oben bis zu dem Fusse dieser Grannen an

---

[1] Die gewöhnlichen Vergrünungen sind hier selbstverständlich ausgeschlossen; sie sind theils nachgewiesener Maassen, theils wahrscheinlich parasitärer Natur; vergl. *Botanisch Jaarboek.* Gent, 1896. Bd. VIII. p. 66.

[2] Sepalodie der Petalen bei *Trifolium pratense multifidum* erwähnt Burkill in *Proceed. Cambridge Phil. Soc.* Nov. 1900. Vol. XI. Part I. p. 31.

[3] H. Th. A. Hus, *Sepalodie in de bloemen van Oenothera.* Botanisch Jaarboek, Gent, 1903.

einander an (vergl. z. B. Tafel I des ersten Bandes). Der geschlossene Kelch ist von diesen vier kleinen dornartigen Fortsätzen gekrönt.[1]

In den grünlichen Petalen der *Oen. cruciata* erkennt man diese Fortsätze leicht. Sie sind allerdings nicht cylindrisch, sondern etwas abgeflacht und nach unten verbreitert, also mehr oder weniger dreieckig; auch sind sie im Verhältniss zu dem unteren Theile zu gross. Aber sie sind seitlich scharf und deutlich durch je einen kleinen vorspringenden Zahn vom übrigen Theile abgegrenzt (Fig. 133 *B*). Sie verrathen auf dem ersten Blick die Kelchnatur der cruciaten Petalen.

Je breiter und je leuchtender gelb diese veränderten Blumenblätter sind, um so undeutlicher pflegen diese Anhängsel ausgebildet zu sein, bis sie in den breitesten Exemplaren gar nicht mehr zu erkennen sind.



Fig. 134. *Oenothera cruciata varia.* Zwei Blüthen mit linealischen Kronenblättern, in *a* etwas breiter als in *b*. Aug. 1900.

In den cruciaten Petalen findet also eine Wechselwirkung statt zwischen zwei Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften, welche in der Regel getrennt vorkommen. Bisweilen durchdringen sie einander, meist liegen sie streifenweise neben einander. Sie ringen sozusagen um die Herrschaft und bedingen dadurch die auffallende Variabilität der Rasse.

Wir haben also hier eine Mittelrasse, wie wir solche im letzten Abschnitte des ersten Bandes kennen gelernt haben, analog dem *Trifolium pratense quinquefolium,* den Varietäten mit gefüllten oder gestreiften Blumen u. s. w. Die beiden fraglichen Eigenschaften halten sich ungefähr das Gleichgewicht (Bd. I, S. 424).

Diese Mittelrasse verhält sich wahrscheinlich zu der wilden Art ähnlich wie der soeben erwähnte fünfblätterige Klee zu dem gewöhnlichen *Trifolium pratense.* Ich komme daher jetzt zu der Besprechung jener ursprünglichen Form.[2]

[1] Als Monstrosität fand ich bei *O. Lamarckiana* diese Fortsätze bisweilen dunkelgrün und laubartig verbreitert.

[2] Diese kenne ich nur aus Abbildungen, Beschreibungen und Herbar-Exemplaren. Trotz vielfacher Bemühungen ist es mir erst in der allerletzten Zeit gelungen, lebende Samen aus Amerika zu bekommen. Diese verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen der Herren D. T. Mac Dougal in New-York und B. L. Robinson in Cambridge, Mass. In europäischen Gärten, aus denen ich mehrfach Samen erhielt und aussäte, kommt, soweit meine Erfahrung reicht, nur die Mittelrasse vor.

Die beste, mir bekannte Beschreibung findet sich in Britton und Brown's *Flora von Nord-Amerika.*[1] Mit dieser und der beigegebenen Abbildung stimmt meine Pflanze völlig überein. Nur erwähnen Britton und Brown nichts über eine etwaige Variabilität der Petalen, und ebenso wenig erwähnen sie die Form mit den herzförmigen Blumenblättern (Fig. 132 *C*). Wäre die amerikanische Pflanze variabel oder pleiomorph, wie die europäische, so wären die betreffenden Formen doch gewiss auch, sei es auch als besondere „Arten", in die Flora aufgenommen worden.

Die *O. cruciata* Nutt. ist einjährig (unsere Form ist in einzelnen Exemplaren auch zweijährig), niedriger und feiner von Bau als *O. biennis* und in allen Theilen braunroth (purpurn) statt grün. Die Blätter sind sehr schmal (Fig. 132 *B*), die Blüthen klein; die Kelchzipfel kürzer als die Kelchröhre, die Blumenblätter 12 Mm. lang und 2—4 Mm. breit, spitz, die Früchte etwas länger aber dünner als bei *O. biennis.* Aus diesen Merkmalen sind nach meiner Erfahrung, ausser der ganzen Gestalt, die braunrothe Farbe, die Form der Blätter, die Grösse der Blüthen und der Bau der Früchte die Punkte, an denen sich die Pflanzen in der Cultur am leichtesten und am sichersten von ihren Verwandten unterscheiden lassen.

Die *O. cruciata* Nutt. wächst von Vermont bis New-York und Massachusetts und steigt im Adirondack-Gebirge bis zu 2000 Fuss hinauf.

Im *Prodromus* von de Candolle wird *O. cruciata* Nutt. unter *O. parviflora L.* aufgeführt. Watson nennt sie als Varietät von *O. biennis L.*[2] Ebenso Torrey und Gray, welche auch *O. parviflora L.* als eine besondere Form neben *O. cruciata* Nutt. nennen; sie rechnen diese beiden als Varietäten zu *O. biennis L.*[3] Auch Spach nennt diese beiden Formen neben einander als Varietäten, rechnet sie aber zu seiner *O. chrysantha*, also zu der Gruppe der *O. muricata L.* Er bezeichnet die Petalen als linearisch und verkümmert (*Petala hebetata*).[4]

---

[1] N. Britton and A. Brown, *An illustrated Flora of the Northern United States, Canada and the British possessions.* 1897. Vol. II. p. 485. Die Gruppe *Onagra* ist hier als Gattung genommen, dementsprechend heisst unsere Pflanze *Onagra cruciata* (Nutt.) Small.

[2] S. Watson, *Revision of the extra-tropical North American Species of the Genus Oenothera*, in Proceedings Americ. Acad. of Science. 1873. Vol. VIII. p. 579 and 603. Hier heisst es: „petals very narrow or wholly wanting". In meinen Culturen fand ich nie Blüthen ohne Petalen.

[3] J. Torrey and Asa Gray, *A Flora of North America.* 1838—40. Vol. I. p. 492.

[4] Spach, *Monographia Onagrearum.* Nouvelles Annales du Muséum d'histoire naturelle. 1835. IV. p. 355.

Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass die in europäischen Gärten unter dem Namen der *O. cruciata* cultivirte Pflanze wirklich zu *O. cruciata* Nutt. gehört und mit dieser in allen Punkten, mit Ausnahme der Variabilität der Petalen und der Inconstanz bei Aussaaten, übereinstimmt. Ich betrachte sie daher als eine besondere Rasse, Unterart oder Varietät dieser Form und werde sie im Folgenden mit dem Namen *Oenothera cruciata varia* bezeichnen.[1]

Ob diese Form durch eine Mutation oder durch Kreuzung (vielleicht mit *O. muricata L.*), wie im ersten Abschnitt erörtert wurde, aus der wilden Stammform entstanden ist,[2] ist selbstverständlich unbekannt[3] und wird so lange ungewiss bleiben, bis es gelingt, sie in der einen oder der anderen Weise aus der Stammart künstlich darzustellen.

Ausser den beiden behandelten Formen tritt das *Cruciata*-Merkmal auch sonst in der Gattung *Oenothera* und in anderen Gattungen der Onagrarieen auf. Ich kenne es bis jetzt bei:

O. biennis cruciata.
O. rubiennis cruciata (siehe unten § 27).
O. Lamarckiana cruciata (siehe unten § 29).
Epilobium hirsutum cruciatum.
Fuchsia coccinea. (?)

Ueber diese Pflanzen möge, soweit sie nicht zu meinen Versuchen dienten und somit ausführlicher zu besprechen sind, Folgendes mitgetheilt werden:

Oenothera biennis cruciata wurde im August 1900 von meinem Sohne Ernst in den Dünen unweit Santpoort inmitten der gewöhnlichen Form der *O. biennis* gefunden. Diese Varietät scheint bis dahin unbekannt gewesen zu sein, denn was ich aus verschiedenen Gärten oder in Herbarien unter diesem Namen sah, scheint wohl stets zu der nächstfolgenden Form, *O. rubiennis cruciata,* zu gehören. Wo dieses Exemplar herrührte und wie es entstanden ist, lässt sich nicht mehr erforschen. An eine Kreuzung von *O. biennis* mit *O. cruciata* ist nicht zu denken, theils weil letztere bei uns wohl nur in botanischen Gärten vorkommt, theils weil die braunrothe Farbe der *O. cruciata* in ihren Kreuzungen dominirend ist, hier aber durchaus

---

[1] Synonyme: *Onagra cruciata varia, Oenothera biennis cruciata varia, Oenothera muricata cruciata varia* u. s. w.

[2] Vergl. S. 100 dieses Bandes.

[3] An Bastardrassen ist die in den Gärten cultivirte Gruppe der *Onagra* äusserst reich.

fehlt. Eher wäre eine directe Entstehung aus *O. biennis* anzunehmen, also durch eine Mutation, analog derjenigen, durch welche die *O. cruciata* NUTT. selbst einmal entstanden sein muss.

Von dem einzigen, wildwachsenden Exemplar erhielt ich etwa 1 Cbcm. Samen, und daraus weit über 500 Pflanzen, von denen aber nur etwas über 100 im ersten Jahre geblüht haben. Die übrigen blieben Rosetten, wurden zum Theil überwintert und blühten im Sommer 1902. Diese ganze Cultur war, so lange sie nicht blühte, in keiner einzigen Beziehung von der reinen *O. biennis* zu unterscheiden. Ich konnte sie täglich vergleichen, da ich aus Samen der bei uns häufigen, wildwachsenden *O. biennis* gleichfalls eine Cultur hatte. Erst die Blüthenknospen und dann die Blüthen zeigten einen Unterschied. Die ersteren waren schmal, weil die Petalen den Raum innerhalb des Kelches nicht ausfüllten; die letzteren waren auf den 100 einjährigen sowie später auf den zweijährigen Pflanzen, mit im Mittel je zwei bis drei blühenden Trauben, ausnahmslos schmal, linealisch, mehr oder weniger verkümmert und verhältnissmässig wenig variabel. Die neue Varietät ist somit als völlig constant zu betrachten.[1] Kreuzungsversuche habe ich mit ihr zwar gemacht, aber noch nicht beendet.



Fig. 135. Kreuzblüthen verschiedener Nachtkerzen. *A Oenothera Lamarckiana cruciata; B Oenothera lata × O. cruciata varia; C Oenothera rubiennis cruciata.*

Oenothera rubiennis ist die im ersten Abschnitt dieses Bandes beschriebene constante Bastardrasse (S. 102), welche im Samenaustausch häufig mit der *O. cruciata* vermischt erhalten wird. Sie kommt theils mit den gewöhnlichen breiten Blumenblättern der *O. biennis* vor, theils mit verschmälerten, welche dann in allen Punkten mit den so viel

[1] Dass meine Cultur, trotz der freien Bestäubung der Blüthen der Mutterpflanze auf dem wilden Standort, rein war, ist wohl wesentlich dem Umstande zuzuschreiben, dass die *Oenothera biennis* sich bereits vor dem Oeffnen der Blüthenknospen befruchten kann, wie in Fig. 135 *C* die Lage der Narben zwischen den Staubfäden für *O. rubiennis cruciata* andeutet. Die letzteren öffnen sich am Tage vor der Entfaltung der Krone.

kleineren Petalen der *O. cruciata varia* übereinstimmen (Fig. 135 *C*) und wie diese, höchst variabel sind. Mit dieser Rasse habe ich einen Theil der unten zu erwähnenden Kreuzungen ausgeführt.[1]

Oenothera Lamarckiana cruciata (Fig. 135 *A*) bildet den Hauptgegenstand meiner Studien über die jetzt vorliegenden Fragen. Sie ist eine constante Bastardrasse, welche ich durch Kreuzung von *O. Lamarckiana* und *O. rubiennis cruciata* erhielt.[2]

Epilobium hirsutum cruciatum erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn John Rasor in Woolpit, Bury St. Edmunds in England. In jener Gegend findet man *E. hirsutum* sehr allgemein, an einer einzigen Stelle wuchsen aber etwa ein Dutzend Pflanzen, welche in allen ihren Blüthen nur schmale, verkümmerte, grünlich rothe Kronenblätter hatten. Sie verhielten sich genau wie die cruciaten Formen der oben beschriebenen Oenotheren, müssen aber offenbar unabhängig von diesen, also durch eine eigene Mutation entstanden sein. Herr Rasor sandte mir blühende Sprossgipfel mit reifen Früchten; die Samen keimten in meinem Versuchsgarten sofort. Die wildwachsenden Exemplare sind möglicher Weise aus den Stolonen einer einzigen Mutter entstanden, da sie dicht beisammen wuchsen, und es ist also möglich, dass dieses Exemplar das erste der neuen Form ist, welches unmittelbar aus der Mutterart hervorging.

Aus den Samen hatte ich im Sommer 1902 eine grössere Cultur von weit über 100 Pflanzen, welche am Hauptstamme und mehrfach auch aus den Seitenästen reichlich blühten und ausnahmslos rein cruciate Blüthen hervorbrachten. Die Cultur war aber, trotz vieler Sorgen, in diesem ersten Jahre noch nicht kräftig genug, um merklich Samen zu tragen, wird aber voraussichtlich im zweiten Lebensjahre eine gute Ernte geben.

Die Angaben über *Fuchsia coccinea* kenne ich nur aus den Mittheilungen von Schlechtendal und Suringar, welche auch von Penzig citirt worden sind. Ob hier wirklich Sepalodie vorliegt, scheint mir fraglich, obgleich in den schmalen Kronenblättern die Eigenschaften des Kelches und der Krone streifenweise neben einander lagen. Aber die Blüthen waren auch sonst monströs mit Uebergängen ihrer Theile

[1] Im Sommer 1902 cultivirte ich diese Form ebenfalls aus Samen, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. G. Bitter in Münster verdanke.

[2] Samen dieser Rasse habe ich seit 1897 im Samen-Catalog des Botanischen Gartens von Amsterdam im Tausch angeboten.

in grüne Blätter u. s. w. Der Fall soll hier also nur kurz erwähnt und für eine eingehendere Prüfung empfohlen werden.[1] Erinnert sei auch an die apetale *Fuchsia procumbens.*

§ 22. Oenothera cruciata varia als Mittelrasse.

Wenn man im Tausch der botanischen Gärten Samen unter dem Namen *O. cruciata* NUTT. erhält und aussät, so bekommt man, abgesehen von etwaigen Fehlern, eine Cultur, welche ganz oder doch vorwiegend aus Pflanzen besteht, deren Aeusseres mit den Beschreibungen der *O. cruciata* übereinstimmt. Nicht selten findet man, mit diesen untermischt, Exemplare der schönen Bastardrasse *O. rubiennis cruciata.* Bisweilen auch die *O. rubiennis* selbst, und schliesslich eine der *O. cruciata* in allen Merkmalen mit Ausnahme der Petalen gleichende Form.[2] Ihre Blumenblätter sind breit und umgekehrt-herzförmig, von derselben Gestalt wie bei *O. biennis,* aber viel kleiner (Fig. 136).

Diese Beimischungen deuten auf frühere Kreuzungen hin; solche sind ja in botanischen Gärten, wenn verschiedene verwandte Arten nahe bei einander blühen, nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern zweifelsohne eine ganz gewöhnliche Erscheinung.[3] Sie lassen es stets als fraglich erscheinen, ob neben den Kreuzungsprodukten die reine Form noch erhalten ist, und häufig sind ja Bastarde nicht an ihren Merkmalen, sondern nur an den Eigenschaften ihrer Nachkommenschaft, nach künstlicher Selbstbefruchtung, von echten Arten zu unterscheiden.

Die Möglichkeit, dass die *O. cruciata varia* der europäischen Gärten in dieser Weise durch eine Kreuzung aus der amerikanischen *O. cruciata* entstanden sei, und zwar vermuthlich durch eine Verbindung mit *O. muricata,* habe ich im ersten Abschnitt dieses Bandes ausführlich erörtert (S. 100).

Obgleich ich zu mehreren Malen solche Aussaaten von fremden Samen gemacht und bisweilen in zweiter Generation fortgesetzt habe, habe ich nur einen Versuch durch eine längere Reihe von Jahren verfolgt.

Ausgangspunkt für diese Cultur bildete eine einzige Pflanze, welche im Jahre 1897 aus im Tausch erhaltenen Samen aufgegangen

[1] VON SCHLECHTENDAL, *Botan. Zeitung.* 1866. S. 255. W. F. R. SURINGAR, *Monstruositeit van eene Fuchsia-bloem.* Nederl. Kruidk. Archief. 1874. 2. Serie, Bd. I. S. 109, Tafel I. O. PENZIG, *Pflanzen-Teratologie.* I, S. 485.

[2] Vielleicht dieselbe, welche von LINNÉ als *O. parviflora* beschrieben wurde?

[3] Vergl. Abschnitt II, § 37 über das Vicinovariiren (oben S. 383).

war. Der Gipfel dieser Pflanze wurde bei der Blüthe in einen Pergaminbeutel gehüllt und vor Insectenbesuch völlig geschützt. Die Blumen befruchten sich selbst leicht und ohne künstliche Hülfe, der Beutel brauchte also erst nach dem Verblühen der ganzen Rispe geöffnet zu werden. Die Nachkommen dieser Pflanze blühten stets in derselben Weise isolirt, soweit sie als Samenträger ausgewählt wurden.



Fig. 136. *Oenothera cruciata varia.* Eine „atavistische“ Pflanze mit breiten, umgekehrt-herzförmigen Petalen (vergleiche Fig. 132 *C*, S. 594). *A* Blühender Sprossgipfel; *B* Rispe mit nahezu reifen Früchten; *C* einzelne Frucht; *D* unteres Stengelblatt; *E* eine einzelne Blüthe in der Achsel ihres Stützblattes.

Die ursprüngliche Pflanze gab nur wenig Samen, aus denen ich im nächsten Jahre (1898) nur sechszehn Pflanzen zur Blüthe bringen konnte. Diese zeigten den ganzen Formenreichthum der Rasse, wie er sich auch in den späteren Generationen bewährt hat. Zwei Exemplare hatten nur herzförmige Blumenblätter (Fig. 136). Neun andere waren rein sepalodisch, d. h. so rein, wie es in meinen Culturen überhaupt vorgekommen ist. Die Petalen waren schmal, linealisch, grünlich und mit einer deutlichen Spitze; alle unter sich gleich. Soche Petalen füllen vor der Blüthe den Kelch nicht aus, die erwachsenen Blüthenknospen scheinen demzufolge schlaff und wie leer. Oeffnet sich die Blüthe, so bleiben ganz gewöhnlich die vier Kelchblätter an ihrem oberen Ende noch zusammengeklebt, da die Ursache fehlt, welche ihre Verbindung zersprengen könnte. Meist trennen sie sich nachher und spreizen sich

aus, sich nach rückwärts umbiegend. Aber unter ungünstigen Bedingungen sah ich sie mehrfach verbunden bleiben; oft klebten sie noch beim Verblühen aneinander. Die Befruchtung findet theilweise vor, theilweise bald nach der Entfaltung der Blüthe statt; der Besuch der Insecten ist, wie bereits bemerkt, dazu nicht erforderlich.

Die übrigen fünf Pflanzen meiner Cultur zeigten die im vorigen Paragraphen besprochene starke Variabilität der Petalen. Meist breitlinealisch und hochgelb, schwankten sie einerseits nach den schmalen grünlichen, andererseits nach den umgekehrt-herzförmigen Gestalten hin. Und solches sowohl individuell wie partiell, d. h. sowohl mit durchschnittlichen Unterschieden zwischen den einzelnen Exemplaren, wie mit starken Differenzen auf derselben Pflanze. Nicht selten fand ich Blumenblätter von sehr verschiedener Breite an auf einander folgenden Tagen auf derselben Rispe; ja selbst in derselben Blüthe war mehrfach ein Blumenblatt ganz schmal, ein anderes aber breit. Auch dasselbe Blumenblatt kann in der einen Längshälfte breit, in der anderen aber verkümmert sein.

Um diese drei verschiedenen Typen in einfacher Weise andeuten zu können, werde ich die schmalen grünlichen, wenig variablen Extreme rein-sepalodisch nennen, die zahlreichen Uebergänge breit-sepalodisch oder halb-sepalodisch, und die umgekehrt-herzförmigen atavistisch. Die rein-sepalodischen stimmen nach mir von Herrn D. T. Mac Dougal in New-York freundlichst gesandten Blüthen mit den Petalen der wilden *O. cruciata* Nutt. überein, doch ist eine nähere Vergleichung erwünscht; die breit-sepalodischen sind für die Mittelrasse charakteristisch, und die atavistischen verdienen diesen Namen, nach gärtnerischem Brauche, wenn man meine Rasse als Bastard betrachtet, nach wissenschaftlichem Brauche, wenn man die Abstammung der *O. cruciata* Nutt. von einem breitpetaligen *Onagra*-Vorfahren (z. B. *O. biennis* oder *O. muricata*) annimmt.

Die rein-sepalodischen und die atavistischen bilden dann die Extreme, zwischen denen die ganze Gruppe variirt. Und solches nicht nur bei dieser Rasse, sondern ebenso bei der *O. rubiennis cruciata* und bei der *O. Lamarckiana cruciata.*

Ausser diesen drei Typen kommt es auch vor, dass eine Pflanze durch Knospenvariation von der einen Form in die andere übergeht; sie trägt dann, auf getrennten Aesten oder auch auf derselben Rispe, zwei Sorten von Blüthen (Fig. 137). Diesen Fall kenne ich von den rein-sepalodischen Exemplaren noch nicht; die breit-sepalodischen aber können atavistische und die atavistischen Exemplare breit-sepalodische Zweige ausbilden. Es ist selbstverständlich, dass

die Aussicht darauf um so grösser ist, je reicher die betreffende Pflanze sich verzweigt. Also bei weitem Stand und namentlich im Spätjahr. Ersteres hat zur Folge, dass in grösseren Aussaaten die Knospenvariationen wegen des beschränkten Raumes meist nicht auftreten; letzteres, dass sie häufig erst im September sichtbar werden, wenn die künstlichen Befruchtungen bereits längst abgeschlossen sind. Es ist also ganz gewiss, dass wohl manche Pflanze, welche keine Knospenvariation gezeigt hat, solches unter anderen Cultur-Bedingungen gethan haben würde. Im letzten Jahre habe ich ein einfaches Mittel in Anwendung gebracht, solche Zweigvariationen vielfach zu bekommen. Es wurde dazu im Juni der Hauptstamm, möglichst früh, ausgeschnitten, und unter den zahlreichen, dann aus den Achseln der Wurzelblätter hervortretenden Nebenstengeln fand ich nicht allzu selten die zwei Typen auf derselben Pflanze.



Fig. 137. *Oenothera cruciata varia.* Eine Aehre mit zwei normalen und einer cruciaten Blüthe (1901).

Bei meinen Zählungen ist also stets mit Rücksicht auf die Möglichkeit verborgener Zweigvariationen ein entsprechender Vorbehalt zu machen.

Kehren wir jetzt zu der Beschreibung der Hauptcultur zurück.

Selbstbefruchtete Samen habe ich von drei rein-sepalodischen und von einer breit-sepalodischen Pflanze im Jahre 1898 gewonnen. Sie wurden im nächsten Frühling ausgesät. Aber anstatt die Einzelheiten dieser und der folgenden Generationen ausführlich zu beschreiben, scheint es ausreichend, den ganzen Versuch übersichtlich in der Form eines Stammbaumes (S. 606) vorzuführen. Dabei ist zu bemerken, dass, abgesehen von den Blumenblättern, die Art sich als völlig constant erwiesen hat, die Tracht und die Merkmale der *O. cruciata* Nutt. waren stets und in jedem Exemplare völlig ausgebildet, die Beete sehr einförmig. Darauf brauche ich also weiter nicht einzugehen. Ferner ist es selbstverständlich,

dass in der Tabelle nur die blühenden Exemplare aufgenommen sind; einige wenige, welche trotzten (zweijährig wurden) oder ihren Stengel zu spät trieben, sind nicht mitgezählt worden.

Der Umfang der Culturen war allerdings nur ein kleiner; die Zahlen in dem Stammbaume geben die absoluten Anzahlen der beobachteten Pflanzen an. Sie reichen nicht aus, um in irgend einem

Stammbaum

von

Oenothera cruciata varia bei Eigenbefruchtung.

Generation		Rein-Sepalodische Pflanzen	Breit-Sepalodische Pflanzen	Atavistische Pflanzen
IV—V.	1901 vierte und fünfte Generation	44 R	2 B	2 A
		39 R	3 B	3 A
			0 B	45 A
IV.	1900 vierte Generation	24 R	2 B	7 A
				71 A 70 A
III.	1899 dritte Generation	30 R 30 R 22 R	0 B	8 A
		4 R	0 B	58 A
II.	1898 zweite Generation	Nr.1 Nr.2 Nr.3		
		9 R	5 B	2 A
I.	1897 erste Generation	1 R		

Falle absolute Constanz zu beweisen, genügen aber überall dort völlig, wo Spaltungen beobachtet wurden. Und solche sind, wie man leicht sieht, die Regel.

Zählt man die Culturen, unabhängig von der dazu verwandten Generation, für jede der drei Haupttypen zusammen, so findet man, dass rein-sepalodische Pflanzen bei Selbstbefruchtung vorwiegend Ihresgleichen hervorbringen, aber daneben in geringerer Menge die

beiden anderen Formen. Ebenso können die breit-sepalodischen Pflanzen sich spalten, sie liefern aber vorwiegend atavistische Nachkommen. Und der letztere Typus hat sich bis jetzt, bei Aussaat, nur wiederholt. Rechnet man die Summen der absoluten Zahlen dieser drei Gruppen in Procenten um, so erhält man:

Mütter	Anzahl der Kinder	In Procenten: Rein-Sep.	Breit-Sep.	Atavisten.
Rein-sepalodisch	232	85	5	10
Breit-sepalodisch	103	4	0	96
Atavistisch	141	0	0	100

Es ist hierbei an die oben erwähnte Thatsache zu erinnern, dass von Zeit zu Zeit durch Zweigvariationen partielle Spaltungen eintreten, und zwar sowohl auf breit-sepalodischen als auf atavistischen Pflanzen, dabei jedes Mal den anderen dieser beiden Typen, und, wenigstens bis jetzt, nicht das Extrem der rein-sepalodischen hervorbringend.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich, dass die *Oenothera cruciata varia* eine äusserst variable Mittelrasse ist, welche, in allen übrigen Merkmalen mit der Mutterart, der *Oen. cruciata* Nutt., übereinstimmend, in der Form und Ausbildung der Petalen zwischen dieser und den übrigen *Onagra*-Arten schwankt. Sie bringt einerseits rein-cruciate Exemplare, andererseits Individuen mit umgekehrt-herzförmigen Blumenblättern hervor. Und solches sowohl durch Samen als durch Knospen.

§ 23. Vergleichung cruciater und gestreifter Blumen.

In der Einleitung zu diesem Kapitel habe ich darauf hingewiesen (S. 593), dass die im vorigen Bande beschriebenen inconstanten Varietäten eine so auffallende Ausnahme von der allgemeinen Regel der Constanz der Arten und Varietäten bilden, dass die Frage nach einer möglichen Erklärung sich nicht zurückweisen lässt.

Die im ersten Bande (Abschnitt IV, § 12, S. 482) behandelten Erscheinungen des Atavismus bilden eine lange Reihe von meist unzureichend untersuchten oder gar nur durch Beobachtung bekannten Vorgängen ohne entscheidende Experimente. Am einen Ende dieser Reihe stehen vereinzelte, ganz seltene Erscheinungen, welche ebenso unvermittelt und ebenso plötzlich auftreten, wie neue Varietäten überhaupt entstehen, und welche also wohl als Mutationen aufzufassen sind. Am anderen Ende derselben Reihe stehen die

gestreiften Blumen mancher Gartenpflanzen, welche alljährlich und oft in bedeutenden Mengen atavistische Individuen hervorbringen.

Alle diese Fälle harren des experimentellen Studiums. Es ist gar nicht ausgeschlossen, dass sie nur scheinbar eine einheitliche Gruppe bilden, welche thatsächlich ganz verschiedene Sachen umfasst. Ich beschränke mich hier auf den extremen Fall, den des alljährlich wiederkehrenden Rückschlages, wie er sich namentlich bei gestreiften Blumen zeigt.

Ueberblickt man die Erscheinungen der elementaren Bastardlehre, so sieht man, dass hier und dort Spaltungen vorkommen, welche unter den Kindern eines Bastardes die in diesem latente Eigenschaft des Vaters oder der Mutter zu Tage treten lassen. Und solches namentlich auf dem Gebiete der eigentlichen MENDEL'schen Kreuzungen. Es entsteht daraus die Frage, ob die inconstanten Rassen vielleicht eine analoge Erscheinung sind und ob der Rückschlag in ihnen vielleicht einfach auf eine Bastardspaltung zurückgeführt werden kann?

Wie bereits bemerkt (S. 594), wird eine endgültige Antwort erst dann gegeben werden können, wenn man im einzelnen Falle durch hybride Verbindung zweier constanter Rassen eine inconstante machen kann. Da solches aber vorläufig nicht der Fall ist, werde ich mich darauf beschränken, zu untersuchen, wie sich inconstante Merkmale bei Kreuzungen verhalten.

Bevor ich aber zu dieser Discussion schreite, scheint es mir wichtig, eine möglichst eingehende Vergleichung zwischen den cruciaten Blüthen der Oenotheren und den gestreiften Gartenvarietäten vorzunehmen. Wir wählen, der klaren Ausdrucksweise halber, dabei stets das gestreifte *Antirrhinum* als Beispiel (Bd. I, S. 494).

Ueber das Merkmal habe ich schon oben S. 596 das Wichtigste hervorgehoben. Die cruciaten Blüthen können ohne Weiteres als gestreift bezeichnet werden; sie sind den gewöhnlichen Streifungen durchaus analog. Grünliche, kelchähnliche oder sepalodische Längsstreifen wechseln mit hochgelben, kronenähnlichen oder petalodischen ab. Nur haben die ersteren beim Wachsthum des Blumenblattes die Eigenschaft, schmal zu bleiben, die letzteren aber die, sich zu verbreitern, wie es ja normale Kronenblätter bei ihrem Wachsthum auch thun. Und dieses erklärt die wechselnde Form: die Petalen sind um so breiter, je reicher sie an petalodischen und je ärmer sie an sepalodischen Partieen sind. Würde dieses Breitenwachsthum fehlen, so würden sich die cruciaten Blüthen ganz wie gestreifte verhalten.

Ebenso auffallend ist die Uebereinstimmung in den Rassen. Es giebt beim gestreiften Löwenmaul eine feinstreifige, eine breitstreifige und eine rothe atavistische Zuchtrasse (vergl. Bd. I, Fig. 142, S. 501). Und bei den Oenotheren eine rein-sepalodische, eine breit-sepalodische und eine atavistische. Es leuchtet ohne Weiteres ein, dass die beiden atavistischen analog sind; beim Löwenmaul trägt sie die Blüthenfarbe der wilden Art, bei den Oenotheren die für die ganze Gattung und namentlich für die Untergattung charakteristische Gestalt zur Schau. Ebenso deutlich ist die Analogie zwischen dem feingestreiften *Antirrhinum* und den rein-sepalodischen Oenotheren. Das „Varietätmerkmal" tritt hier stark in den Vordergrund, ohne aber die ältere Eigenschaft völlig auszuschliessen. Rein gelbe und rein weisse Sorten von *Antirrhinum* giebt es zwar, sie gehören aber nicht zum Formenkreise der gestreiften und entstehen aus diesen auch nicht (Bd. I, S. 505). Ebenso ist auch bei meinen Oenotheren die Sepalodie keine vollständige; nirgendwo treten völlig typische Kelchblätter an die Stelle der Petalen.

Endlich sind auch die beiden mittleren Typen analog: das breitstreifige Löwenmaul und die breit-sepalodischen Oenotheren. In beiden sind die zwei antagonistischen Eigenschaften gleichzeitig thätig, und kämpfen sie, wenn man so sagen darf, um den Vorrang. Die Breite der rothen Streifen einerseits und diejenige der hochgelben andererseits schwanken innerhalb sehr weiter Grenzen, und diese Schwankungen sind theils individuell, theils partiell, d. h. oft Unterschiede zwischen den Individuen, oft aber auch zwischen den einzelnen Blüthen derselben Pflanze darstellend. Bisweilen ist die Sepalodie der Oenotheren in den vier Kronenblättern einer Blüthe in sehr ungleichem Grade ausgebildet, ebenso sind auch nicht selten die Hälften einer gestreiften Blume von *Antirrhinum* einander ungleich.

Knospenvariation kommt gleichfalls bei beiden Gruppen vor, und zwar ist es bei beiden vorwiegend, wenn auch nicht ausschliesslich, die mittlere Rasse, welche diese Erscheinung zeigt. Bei den cruciaten Blüthen thun aber auch die atavistischen solches nicht allzu selten.

Neben diesen verschiedenen Punkten der Uebereinstimmung giebt es noch einige weitere. Ich nenne erstens den Gegensatz zwischen den rothen Exemplaren des Löwenmauls und denjenigen mit den breitesten Streifen und dann die sectoriale Variabilität. Beide Erscheinungen finden bei den Oenotheren ihresgleichen. Die breitsepalodischen gehen zwar oft sprungweise, oft aber auch ganz allmählich in die atavistischen über, wie uns namentlich die Petalenreihe der *O. rubiennis cruciata* in Fig. 140 auf S. 618 lehrt. Sie legen die

Vermuthung nahe, dass auch beim Löwenmaul die bis jetzt beobachtete Kluft sich wohl bei geeigneter Cultur wird überbrücken lassen. Und eine sectoriale Variation, d. h. die Entstehung cruciater oder atavistischer Blüthen auf einem Sector einer andersartigen Inflorescenz, habe ich für meine *Oenothera* bereits oben (Fig. 137 auf S. 605) abgebildet. Im Zusammenhange damit ist auf die auch bei den cruciaten Oenotheren nicht fehlende Knospenvariation hinzuweisen. Diese ist aber bis jetzt so selten gewesen, dass ihr Wesen noch bei Weitem nicht in allen Zügen hat erforscht werden können. Dazu kommt, dass die Blüthen am zweiten Tage zu verwelken und bald abzufallen pflegen, während sie bei *Antirrhinum* oft eine Woche lang die Pflanze schmücken. Ersteres ist offenbar geeignet, sectoriale Vertheilungen zu maskiren, letzteres, sie gerade besonders auffällig zu machen. Auch findet man bei gestreiften Blumen nicht selten eine einseitige Rothfärbung der Achse der Inflorescenz, was selbstverständlich bei dem *Cruciata*-Merkmal fehlt. Es dürfte somit keineswegs ausgeschlossen sein, dass Erscheinungen, wie sie unsere Fig. 137 auf S. 605 darstellt, bei umfangreicheren Culturen häufiger eintreten werden.

Weniger einfach liegt die Frage in Bezug auf den Gegensatz zwischen den breitstreifigen und den rothen Individuen des Löwenmauls. Dieser ist aber selbstverständlich kein absoluter, da ja die fluctuirende Variabilität der Streifenbreite an sich keine absoluten Grenzen haben kann. Nur scheinen bis jetzt die extrem breiten Streifen seltener als die atavistischen Pflanzen zu sein, und wenn man die Sachlage so auffasst, so trifft ja dasselbe für die cruciaten Oenotheren zu. Hier sind die Uebergänge zwar vorhanden, aber doch nur sehr selten so zahlreich, dass sie die Atavisten als die normalen Endglieder einer gewöhnlichen Variationscurve erscheinen lassen. Meist bilden die Atavisten in der empirischen Curve einen Gipfel für sich.

Zu betonen ist, dass in allen diesen Beziehungen die drei von mir vorwiegend untersuchten Rassen *O. cruciata varia, O. rubiennis cruciata* und *O. Lamarckiana cruciata,* und ebenso die weitere Bastardrasse *O. lata* × *O. cruciata varia,* sich, soweit untersucht, genau in derselben Weise verhalten. Für die beiden letzteren ist der hybride Ursprung experimentell bekannt, für die zweite ist er sehr wahrscheinlich, für die erstere jedenfalls bis jetzt nicht ausgeschlossen.

Vergleichen wir schliesslich die Stammbäume der gestreiften und der cruciaten Rassen, und namentlich Bd. I, S. 503 mit Bd. II, S. 606, so finden wir, dass die beiden Hauptformen stets vorzugsweise ihresgleichen hervorzubringen bestrebt sind. Doch bei den gestreiften Blumen mit mehr Ausnahmen als bei den cruciaten Nachtkerzen.

Bei ersteren ist die Erbzahl der gestreiften meist 90—98 %, diejenige der Atavisten (Rothblüthigen) 71—84 %. Bei den Oenotheren bringen die Atavisten dagegen meist so wenig cruciate Kinder hervor, dass sie in weitaus den meisten Versuchen völlig constant zu sein scheinen. Ebenso dürften die rein-sepalodischen Nachtkerzen noch seltener zu dem mittleren Typus zurückkehren als die feinstreifigen *Antirrhinum*-Pflanzen. Doch sind diese Unterschiede offenbar nur graduell.

Wir nehmen somit an, dass die Differenzen nur untergeordneter Natur sind, und dass in den wesentlichen Zügen die beiden Erscheinungen mit einander übereinstimmen.

§ 24. Kreuzungen von Oenothera cruciata varia.

Bevor wir zu der Beschreibung der Bastardirungsversuche übergehen, welche ich mit der kreuzblüthigen Nachtkerze angestellt habe, ist es erforderlich, zu untersuchen, wie eine inconstante Rasse sich dabei verhalten wird.

Es leuchtet ein, dass ungleichartige Samen aus ungleichartigen Keimzellen hervorgehen müssen. In unserer Rasse sind also nicht nur die Kinder einer selbstbefruchteten Mutter, sondern auch deren Keimzellen unter sich verschiedenartig. Und zwar entweder nur die männlichen oder nur die weiblichen, oder, was wohl am wahrscheinlichsten ist, beide.

Befruchten wir nun eine solche Pflanze, welche bei Eigenbefruchtung drei Typen von Kindern gegeben haben würde, mit dem reinen Staub einer anderen verwandten, aber constanten Art, und nehmen wir an, dass die Eizellen unter sich ungleich sind, dass es etwa zum Theil reine, zum Theil atavistische Eizellen gebe. Offenbar wird die Kreuzung der ersteren Gruppe ein anderes Resultat geben als die der letzteren, auch wenn der Pollen derselbe ist. Eine weitere Frage ist es allerdings, ob dieser Unterschied in der ersten Generation sichtbar sein wird. Das hängt ja wesentlich von der Prävalenz ab, und wenn das Merkmal des Vaters über die beiden Eigenschaften der Mutter vorherrscht, werden die Kinder in diesem Punkte unter sich gleich sein. Es wird dann erst bei der Entwickelung der zweiten Generation der Unterschied sichtbar werden, wenn er nicht etwa gänzlich unterdrückt wird.

Bei geringerer Prävalenz kann die erste Generation mehrförmig (pleiotyp) sein, und können dazu Spaltungen in den folgenden Generationen auftreten. Diese Erscheinungen werden sich mit der von der Mutter allein herrührenden Pleiomorphie combiniren können, und

es wird meist schwierig, oft ganz unmöglich sein, im einzelnen Falle zu entscheiden, was der einen und was der anderen Ursache zuzuschreiben ist.

In unserem Falle handelt es sich nur um die Kreuzung der Eigenschaften, welche die Form der Blumenblätter beherrschen. Allerdings weisen die Bastarde auch in Bezug auf andere Merkmale wichtige Erscheinungen auf; über diese habe ich aber bereits am Schlusse des ersten Abschnittes berichtet (vergl. oben S. 97). Ich werde das Wichtigste daraus, weil es die ganze Tracht meiner Pflanzen bestimmt, selbstverständlich gelegentlich wiederum zu erwähnen haben, beschränke mich aber sonst auf die Petalen. Es handelt sich somit stets um Kreuzungen einer Mittelrasse mit stark variablen Petalen mit Formen, welche umgekehrt-herzförmige Blumenblätter haben, wie die *O. Lamarckiana,* und welche in dieser Hinsicht, trotz der variirenden Grösse der Blüthen, constant sind. Die umgekehrt-herzförmige Gestalt ist dabei als die ältere zu betrachten; sie herrscht in der Untergattung *Onagra* fast ausschliesslich vor und bildet in der ganzen Gattung *Oenothera* weitaus den Haupttypus.

Meine Erfahrungen lehren nun, dass bei den Kreuzungen *Herzförmig* × *Cruciata* das ältere Merkmal prävalent ist, und zwar gewöhnlich so stark, dass es in den Versuchen die Kreuzblüthen völlig ausschliesst. Nur in seltenen Fällen ist die erste Generation dityp. In der zweiten Generation herrscht gleichfalls die Constanz vor, es treten aber bisweilen Spaltungen auf.

Jene Zweiförmigkeit und diese Spaltungen machen es möglich, das *Cruciata*-Merkmal mit den anderen Eigenschaften der älteren zu der Kreuzung gewählten Art oder der möglichen Bastardcombinationen zu verbinden, und so eine Reihe neuer cruciater Pflanzenformen darzustellen. Als wichtig für meine Versuche hebe ich unter diesen die der *Oenothera muricata* am nächsten stehende *O. lata* × *O. cruciata varia* und die *O. Lamarckiana cruciata* hervor. Der Nachweis der hybriden Entstehung solcher Rassen eröffnet dann die Möglichkeit der Erklärung der *O. rubiennis cruciata* aus einer vermuthlichen ähnlichen Abstammung. Und vielleicht auch jene der *O. cruciata varia* selbst.

§ 25. Oenothera lata × O. cruciata varia.

Die schönste Reihe von Bastardspaltungen habe ich unter den Nachkommen dieser Kreuzung gefunden, und zwar in Folge wiederholt vorgekommener partieller Spaltungen. In der ersten Generation habe ich durch Zufall eine Pflanze als Samenträger ausgewählt,

welche sich nach abgelaufener Befruchtung in ihren Herbsttrieben als zweiförmig ergab. Und in der zweiten Generation bot ein Individuum bereits im August das Schauspiel von verschiedenen



Fig. 138. *Oenothera lata* × *O. cruciata varia.* „Atavistisches" Exemplar, mit umgekehrt-herzförmigen Petalen.

Fig. 139. *Oenothera lata* × *O. cruciata varia.* Kreuzblüthiges Exemplar aus derselben Aussaat wie die vorige Figur. *S* eine seriale Achselknospe.[1]

Blüthen auf einer Rispe, ähnlich wie es für die Mutterart *O. cruciata varia* in Fig. 137 auf S. 605 abgebildet worden ist.

[1] Dieselbe Abweichung ist, im fruchtreifen Zustande, im ersten Band S. 349, Fig. 111 abgebildet.

Die ursprüngliche Kreuzung wurde im Jahre 1898 ausgeführt, indem ich an einer Pflanze von *O. lata* die Seitenzweige in Pergaminbeuteln mit dem Blüthenstaub derjenigen kreuzblüthigen Exemplare befruchtete, welche im Stammbaum auf S. 606 für dasselbe Jahr erwähnt worden sind. Die *Lata*-Pflanze stammte aus der früher beschriebenen Cultur von *O. Pohliana* (S. 441). Die Kreuzung gab nur sehr wenige keimfähige Samen, weil der Versuch erst spät im Sommer angestellt werden konnte.

Im nächsten Jahre hatte ich nur sieben Pflanzen. Von diesen war eine der *O. lata* ähnlich, sie blieb aber den ganzen Sommer über eine Rosette von Wurzelblättern und konnte nicht überwintert werden. Die sechs übrigen hatten untereinander dieselbe Tracht und bis auf die Blüthen dieselben Merkmale und stimmten darin ganz mit demjenigen Typus überein, der in Abschnitt I, § 3, S. 29 für den Bastard von *O. Lamarckiana* und *O. muricata* beschrieben und abgebildet worden ist (Fig. 3 und 4). Einige waren mehr gelblich und schwach, andere mehr grünlich und kräftig, wie solches ja auch bei jenem Bastard vorkommt. Diese Pflanzen blühten während der künstlichen Befruchtung im August sehr reichlich, aber nur mit herzförmigen Petalen, ähnlich wie Fig. 138 (S. 613). Mitte September fing aber eine, und Anfang October eine zweite an, neben solchen auch kreuzblüthige Blüthen zu entfalten. Diese letzteren waren breit-sepalodisch, ihre Petalen nicht ganz schmal und grünlich, sondern hochgelb und von schwankender Breite, ähnlich wie die entsprechenden Theile der *O. cruciata varia*, aber grösser, von der Grösse der *Biennis*-Blumen. Sobald ich die Erscheinung der partiellen Variation beobachtet hatte, habe ich die einzelnen Blüthen notirt und solches dann im Laufe einiger Wochen fortgesetzt. Es wechselten auf denselben Rispen, und zwar auf den meisten Rispen dieser beiden Pflanzen, breit-sepalodische und atavistische Blüthen mehr oder weniger regelmässig ab. Bisweilen waren die ersteren, bisweilen die letzteren in der Mehrzahl.

Trotz der geringen Anzahl der Exemplare zeigt diese Cultur somit als wesentlichen Typus das Sichtbarwerden beider antagonistischer Merkmale in der ersten Bastardgeneration.

Von einem der beiden partiell-cruciaten Exemplare wurden im nächsten Jahre (1900) die Samen ausgesät. Diese waren also durch Selbstbefruchtung in atavistischen Blüthen gewonnen, zu derjenigen Zeit, als die Pflanze noch anscheinend ganz atavistisch war. Ich hatte eine Cultur von etwas über 100 Pflanzen, von denen 104 Exemplare im August und September blühten. Darunter waren 60 % mit

sepalodischen und 40 % mit herzförmigen Kronenblättern. Aus dieser Cultur sind die Vorlagen zu den beiden Photographien auf S. 613 (Fig. 138 und 139) genommen; sie geben den doppelten Typus der ganzen Cultur sehr genau wieder.

Die meisten dieser Pflanzen blühten bis in den October, und zwar nicht nur aus der Endrispe des Hauptstammes, sondern auch aus mehr oder weniger zahlreichen Seitenzweigen. Sie blieben aber jede bis zuletzt ihrem Typus treu, mit einer einzigen Ausnahme. Diese war ein Exemplar, das an der Hauptrispe abwechselnd atavistische und cruciate Blüthen hervorbrachte. Sobald ich darauf aufmerksam geworden war, schnitt ich die bereits geöffneten Blüthen und die sämmtlichen unreifen Früchte ab, umgab die Rispe mit einem Pergaminbeutel und befruchtete von jenem Tage ab jede sich öffnende Blüthe mit ihrem eigenen Pollen. Dabei wurde jede Blüthe derart mit einem Bindfaden markirt, dass es bei der Fruchtreife möglich war, die Früchte der cruciaten und jene der atavistischen Blüthen getrennt einzusammeln.

Nur diese Samen habe ich im folgenden Jahre (1901) ausgesät. Die aus ihnen hervorgehenden Pflanzen hatten wieder denselben Habitus und dieselben Merkmale wie in den beiden vorigen Generationen. Es war nur eine geringe Anzahl, weil die Ernte nur klein gewesen war. Anfang September, bei voller Blüthe, sah man, dass auf beiden Beeten die cruciaten Exemplare vorherrschten, dass aber auf beiden daneben auch atavistische vorkamen. Die Zählung ergab:

Aus den Samen der	Cruciate Exemplare	Atavistische Exemplare	Partielle Varianten
cruciaten Blüthen	51	2	0
atavistischen „	14	5	1

Zusammen 73 Exemplare, von denen etwa 90 % cruciate waren. Also mehr als in der vorigen Generation (60 %).

Eine Pflanze zeigte wiederum partielle Variation, indem die Endrispe des Hauptstammes und ein Seitenzweig reichlich und ganz atavistisch blühten, während ein anderer Seitenzweig, oben am Stengel in derselben Höhe wie der erstere befindlich, nur Blüthen mit verschmälerten Petalen trug.

Fassen wir zum Schlusse das Ergebniss dieses Versuches in der Form eines Stammbaumes zusammen, so erhalten wir die folgende Uebersicht:

Stammbaum

über die Bastarde *O. lata* × *O. cruciata varia.*

Generation	Cruciate Ex. in Procenten	Partielle Varianten	Atavistische Ex. in Procenten
1901 Dritte Bastard-generation	90 C	1	10 A
1900 Zweite Bastard-generation	60 C	1	40 A
1899 Erste Bastard-generation	0 C	2	100 A
1898 Kreuzung		*O. lata* × *O. cruciata varia.*	

Die Fähigkeit des Urvaters, sich bei Selbstbefruchtung in den Nachkommen zu spalten, ist hier also auf die Bastarde übergegangen und durch alle Generationen beibehalten worden.

§ 26. Oenothera Lamarckiana × O. cruciata varia.

Im Gegensatz zu dem im vorigen Paragraphen beschriebenen Versuch lieferte diese Kreuzung fast nur Hybriden mit atavistischen, also breiten, herzförmigen Blumenblättern, und trat nur in der Nachkommenschaft einer einzigen Mutter eine Spaltung, d. h. also eine theilweise Reproduction des kreuzblüthigen Typus auf.

Die Kreuzung fand im Sommer 1898 statt. Es wurden vier Exemplare von *O. Lamarckiana* zum Castriren ausgewählt. Sie hatten als Eltern eine *Lamarckiana*-Pflanze, welche selbst aus Samen von *O. scintillans,* und zwar von der im Jahre 1895 aus dem reinen *O. Lamarckiana*-Stamme als Mutante hervorgegangenen Pflanze dieser Art entstanden war (vergl. Bd. I, S. 157, 172). Diese vier Exemplare wurden in Pergaminbeuteln mit dem Blüthenstaub der *O. cruciata varia* aus dem Stammbaum S. 606 belegt, und zwar drei unter ihnen mit dem Staub der rein-sepalodischen und eines mit demjenigen der breit-sepalodischen Exemplare jener Cultur.[1]

[1] Dieser Versuch wurde bereits im ersten Abschnitt dieses Bandes (S. 103) zu anderen Zwecken erwähnt.

Die Samen dieser vier Mütter gaben eine reichliche Aussaat, aus der die etwa 6 % abweichenden und eine übergrosse Menge der den Haupttypus tragenden Exemplare ausgepflanzt wurden. Ich hatte zur Blüthezeit etwa vierhundert Pflanzen. Keine einzige trug verschmälerte Blumenblätter, auch nicht an einzelnen Blüthen oder Zweigen. Das atavistische Merkmal war also durchaus präponderant.

Für die künstliche Selbstbefruchtung wurden vier Exemplare des Haupt-Bastardtypus und einige der beiden anderen Typen ausgewählt. Der Haupt-Bastardtypus (94 % der ganzen Aussaat) war derselbe, der auch aus *O. Lamarckiana* × *O. muricata* und aus *O. lata* × *O. cruciata varia* entstanden war (vergl. Fig. 3, S. 29 und Fig. 138 und 139, S. 613). Die beiden anderen waren mehr der *O. biennis* ähnlich.

Die Samenernte war eine geringe. Die Cultur der Kinder der Hybriden, also der zweiten Generation, gab im Jahre 1900 aus den *biennis*-ähnlichen Müttern nur Pflanzen mit atavistischen Blüthen, im Ganzen 130 Exemplare. Die Kinder des Haupttypus wiederholten ausnahmslos diese Form. Von drei Müttern hatten sie nur atavistische Blüthen, es waren dieses je etwa 30—40, zusammen 108 Exemplare. Von der vierten Mutter erhielt ich 91 blühende Kinder, unter denen 7 schön cruciat und die übrigen, also etwa 92 %, atavistisch blühten. Zu bemerken ist, dass diese Mutter aus der Kreuzung mit einem rein-sepalodischen Urvater in 1898 hervorgegangen war, während die drei anderen breit-sepalodische Väter hatten.

Die erste Generation war also, in Bezug auf die Kronenblätter, atavistisch und zeigte sich in der zweiten mit einer Ausnahme als constant. In dieser letzteren trugen etwa 8 % der Individuen sepalodische Kronenblätter, während die übrigen ihrer Mutter ähnlich waren.

Ich habe im Jahre 1899 noch eine Reihe weiterer Kreuzungen der *O. cruciata varia* vorgenommen, aber das Ergebniss nur in der ersten Generation geprüft. Es war zunächst eine rein sepalodische Pflanze, welche ich mit *O. muricata* befruchtete; die Kinder dieser Kreuzung (68 Exemplare) hatten nur atavistische Blüthen. Dasselbe galt von den übrigen Bastardirungen, wie ja zu erwarten war, da zu diesen Exemplare mit herzförmigen Petalen gewählt wurden. Ich befruchtete diese Pflanzen mit *O. Lamarckiana*, *O. brevistylis*, *O. rubiennis*, *O. biennis* und *O. muricata* und brachte ihren Pollen auf die Narben von *O. Lamarckiana*, *O. rubiennis*, *O. hirsutissima*, *O. suaveolens* und *O. muricata*. Jede einzelne Cultur umfasste im nächsten Jahre etwa 70—80 blühende Exemplare, alle mit ausschliesslich herzförmigen Blumenblättern.

§ 27. Oenothera rubiennis cruciata.

Wenn man Samen aus verschiedenen botanischen Gärten unter dem Namen von *O. cruciata* Nutt. erhält und aussät, so findet man in den Beeten bisweilen, wie bereits erwähnt, einzelne Pflanzen vom Typus der *O. biennis,* welche aber statt der hellgrünen Farbe in Stengeln und Blättern braunroth sind. Unter diesen kommen dann wiederum einzelne Exemplare mit verschmälerten Blumenblättern vor (vergl. Fig. 135 *C* auf S. 600). Solche cultivire ich unter dem Namen *O. rubiennis cruciata.*[1]

Wie bei der *O. cruciata varia* kommen auch hier drei Typen vor. Sehr schmale grünliche, mit einer mehr oder weniger scharf abgesetzten Spitze, nenne ich rein-sepalodische; sie variiren auf den einzelnen Pflanzen sehr wenig. Breitere, oft länglich viereckige (Fig. 140 *1*), oder in der Mitte und nach oben mehr oder weniger verbreiterte



Fig. 140. Blumenblätter und Staubfäden von *Oenothera rubiennis cruciata,* jedes Paar von einer anderen Blüthe. *1* und *2* von derselben Pflanze, *3* von einer zweiten und *4* und *5* von einer dritten Pflanze. Sept. 1899. Die Petalen von *1* hatten links und rechts einen schmalen grünlichen Rand, die übrigen nicht.

(*2* und *3*), oder endlich fast umgekehrt-herzförmige (*4*) bilden in höchst wechselnden Gestalten die lange Reihe der breit-sepalodischen Formen. Schliesslich werden Blüthen gefunden mit derselben Gestalt der Blumenblätter wie die reine *O. biennis* (*5*); solche nenne ich atavistische. Sie stehen bisweilen mit verschmälerten auf demselben Individuum, in anderen Fällen aber trägt eine ganze Pflanze nur solche atavistische Blüthen.

Die rein-sepalodischen einerseits und die Gruppe mit meist breit-sepalodischen und einzelnen atavistischen Blüthen und Pflanzen andererseits zeigten sich, im Gegensatz zu dem Verhalten der *O. cruciata varia* selbst, bis jetzt bei mir als constant. Dieses hebe ich namentlich deshalb hervor, weil ihre Kreuzungen mit anderen, reinen Arten zu ähnlichen Bastardspaltungen geführt haben wie die-

[1] Ueber die künstliche Gewinnung von *O. rubiennis* aus *O. cruciata* × *O. biennis* vergl. Abschnitt I, § 13, S. 101.

jenigen der *O. cruciata varia.* Diese werde ich im nächsten Paragraphen beschreiben.

Die rein-sepalodische Rasse erhielt ich 1895 und benutzte sie theilweise zu einer Kreuzung, theilweise sammelte ich ihre eigenen Samen. Die letzteren habe ich 1899 ausgesät, um die Rasse auf ihre Reinheit und Constanz zu prüfen. Ich hatte etwa 70 Exemplare, von denen einige aber Rosetten von Wurzelblättern blieben, andere zu spät ihren Stengel trieben und 35 im September und October mehr oder weniger reichlich blühten. Alle hatten den Typus der *O. rubiennis,* und die blühenden hatten ausschliesslich sehr schmale, grünliche, fein zugespitzte Petalen, waren also rein-sepalodisch wie die Mutter. Soweit der Versuch geht, war die Form somit als constant zu betrachten.

Von der breit-sepalodischen Rasse fand ich mein erstes Exemplar in einer Aussaat, welche unter dem Namen *O. cruciata* gemacht worden war, im Jahre 1897. Es waren zwei Pflanzen, deren Petalen zwischen *1* und *3* der Fig. 140 schwankten. Aus ihren Samen hatte ich im nächsten Jahre (1898) ein Beet von über hundert blühenden Pflanzen, welches durch seine grosse Gleichförmigkeit auffiel. Alle Exemplare waren *O. rubiennis*; ihre Petalen stets und fast ausnahmslos schmal, meist wie Fig. 140 *1,* bisweilen wie *2,* sehr selten breiter. Die Pflanzen hatten lange Rispen und blühten sehr reichlich. Im Laufe des August und im September nahm aber, und zwar mehr oder weniger auf allen Individuen, die Breite der Petalen allmählich zu, ohne aber die Form *5* zu erreichen.

Auf diesem Beete wurden zwei typische Exemplare mit ihrem eigenen Blüthenstaub in Pergaminbeuteln befruchtet, was ohne künstliche Hülfe geschieht, indem die Narben die Staubbeutel unmittelbar berühren. Aus den so erhaltenen Samen hatte ich im Sommer 1899 die dritte Generation.

Diese umfasste 130 Pflanzen, welche mit einzelnen Ausnahmen im August und September reichlich blühten. Sie waren nach allen Merkmalen wiederum reine *O. rubiennis,* also in dieser Hinsicht völlig constant. In der Form der Petalen zeigte sich in diesem Jahre aber eine sehr grosse Mannigfaltigkeit, was wohl in der zufälligen Wahl der beiden Samenträger im Vorjahre seine Ursache hatte. Die Blumenblätter schwankten von ganz schmalen Typen, welche noch schmäler waren als *1,* bis zu den normalen umgekehrt-herzförmigen Formen der *O. biennis* (*5*). Die einzelnen Formen waren meist typisch für die sie tragenden Individuen, und zeigten sich auch so, als ich eine Reihe unter diesen ausgezeichnet hatte und täglich

beobachtete. Oft aber sah man auch auf derselben Pflanze, bisweilen sogar an demselben Tage Schwankungen in den Formen. Am häufigsten waren die mittleren Formen *2* und *3*, seltener die breiteren, und es gelang mir nur einzelne Exemplare aufzufinden, welche in der Hauptrispe und auf den Aesten nur herzförmige Blumenblätter hatten. Ich wählte theils solche, theils schmalblüthige zur Selbstbefruchtung in Pergaminbeuteln aus.

Die vierte Generation hatte also zunächst die Aufgabe, zu prüfen, in wie weit die atavistischen Individuen der dritten sich in ihrer Nachkommenschaft constant zeigen würden. Die Samen entstammten von zwei Pflanzen mit nur breiten, herzförmigen Blumenblättern, sie gaben im Sommer 1900 70 blühende Exemplare vom Typus der *O. rubiennis.* Auf diesen schwankte die Breite der Petalen in derselben Weise wie im vorigen Jahre, doch war sie im Allgemeinen etwas erheblicher. Es gab ziemlich viele Exemplare mit vorherrschend herzförmigen Petalen, aber sehr wenige mit nur solchen. Oft schwankte die Form auf derselben Pflanze, aber ohne scharfe Grenzen, in derselben Rispe von der einen Blüthe zur anderen, oft sogar von einem Blüthenblatt zum anderen wechselnd. Rein-sepalodische Exemplare gab es in dieser Cultur nicht.

Die Rasse verhielt sich also in etwas anderer Weise als die *O. cruciata varia* (vergl. S. 606), in der die atavistischen Individuen nur atavistische Nachkommen gaben. Wahrscheinlich waren die als die besten Atavisten gewählten Exemplare der dritten Generation also noch keineswegs solche, sondern nur extreme Varianten des mittleren Typus.

Zur Controlle habe ich in der vierten Generation auch diesen mittleren Typus, aus Samen breit-sepalodischer Exemplare, fortgesetzt. Auch hier hatte ich 70 blühende Pflanzen aus den Samen zweier Mütter. Sie waren sämmtlich und in nahezu allen Blüthen breit-sepalodisch, vom Typus *1* und *2*, selten breiter und sehr selten auf einzelnen Blüthen die Grenzform *5* erreichend. Hier zeigte sich die Rasse also in genügender Weise als constant.

Mit den beschriebenen Rassen, der rein-sepalodischen und der breit-sepalodischen, habe ich eine Reihe von Kreuzungen ausgeführt, welche in den nächstfolgenden Paragraphen beschrieben werden sollen.

Im Ganzen und Grossen umfasst also in diesen Versuchen die *Oenothera rubiennis cruciata* einerseits eine constante, rein-sepalodische, und andererseits eine äusserst variable Rasse, aber sie zeigte die tiefgreifenden Spaltungen

ihres vermuthlichen Elters, der *O. cruciata varia*, nicht. Die Ursache dieses Unterschiedes ist noch dunkel, scheint aber wesentlich in der zufälligen Wahl der Samenträger für die einzelnen Generationen begründet zu sein.

§ 28. Kreuzungen von Oenothera rubiennis cruciata.

Die hier zu beschreibenden Kreuzungen wurden sämmtlich mit der in § 27 vorgeführten breit-sepalodischen Rasse gemacht, und zwar theilweise in der zweiten, theilweise in der dritten Generation. Sie ergaben als constantes Resultat, dass das *Cruciata*-Merkmal unter den Bastarden durchaus fehlte, und dass es auch, bei Selbsbefruchtung von diesen, unter ihren Kindern bis jetzt niemals wieder auftrat.

Die Regel von der Prävalenz des älteren Merkmales, welche wir bereits oben bei den *Lamarckiana* × *cruciata varia*-Kreuzungen kennen lernten, gilt somit auch hier, und das Fehlen von ungleichförmigen Bastarden in der ersten, oder von Spaltungen in der zweiten Generation, ist wohl nur auf deren Seltenheit und einen immerhin noch zu geringen Umfang der Versuche zurückzuführen.

Das Fehlen der Spaltungen in der zweiten Generation beweist aber hier, ebenso gut wie ihre grosse Seltenheit dort, dass die Kreuzungen des *Cruciata*-Merkmales, trotzdem dieses anscheinend ein recessives ist, doch den MENDEL'schen Formeln der Bastardirungen nicht folgen.

Die Einförmigkeit des Ergebnisses aber lässt es als genügend erscheinen, die Versuche kurz und in tabellarischer Form vorzuführen. Sie sind übrigens theilweise bereits in anderen Abschnitten besprochen worden, wo es galt, das Verhalten der Eigenschaften des anderen der beiden Eltern zu erläutern.

Im Jahre 1898 habe ich die folgenden hybriden Verbindungen gemacht:

Kreuzungen in 1898	Anzahl der blühenden Hybriden	Anzahl der blühenden Grosskinder
O. Lamarckiana × *O. rubiennis cruciata*	110	—
O. scintillans × *O. rubiennis cruciata*	128	30 + 75
O. nanella × *O. rubiennis cruciata*	120	114
O. lata × *O. rubiennis cruciata*	70	—
O. rubiennis cruciata × *O. scintillans*	60	58 + 65
O. rubiennis cruciata × *O. nanella*	262	80

Die Grosskinder wurden für die *Scintillans*-Kreuzungen für die drei Typen der ersten Generation, d. h. für die *Lamarckiana*- (30 + 58), für die *Scintillans*- (75) und für die *Rubiennis*-Exemplare (65) gesondert geprüft, daher die doppelten Zahlen. Sie verhielten sich aber alle in Bezug auf das *Cruciata*-Merkmal negativ. Die *Nanella*-Kreuzungen gaben eine durchaus einförmige erste Bastardgeneration, da alle Pflanzen den Typus der *O. rubiennis* zeigten (vergl. oben Abschn. III, S. 445).

In der dritten Generation (1899) habe ich die nachstehenden Verbindungen gemacht:

Kreuzungen in 1899	Anzahl der blühenden Hybriden
O. Lamarckiana × *O. rubiennis cruciata*	50
O. muricata × *O. rubiennis cruciata*	71
O. rubiennis cruciata × *O. Lamarckiana*	61
O. rubiennis cruciata × *O. brevistylis*	76
O. rubiennis cruciata × *O. muricata*	89
O. rubiennis cruciata × *O. biennis*	40

Kreuzblüthige Bastarde wurden hier ebenso wenig wie in der vorigen Versuchsreihe beobachtet.

§ 29. Entstehung von Oenothera Lamarckiana cruciata.

Um das *Cruciata*-Merkmal auf *Oenothera Lamarckiana* zu übertragen, ohne dass diese sonst ihre Eigenschaften verändern würde, wäre selbstverständlich eine Kreuzung mit der reinen Art *O. cruciata* Nutt. am meisten erwünscht. Diese habe ich aber noch nicht ausführen können, und die in § 5 beschriebenen Verbindungen mit *O. cruciata varia* führten noch nicht zu diesem Ziel. Dagegen gelang es mir, die fraglichen Merkmale zu vereinigen, als ich *O. Lamarckiana* mit *O. rubiennis cruciata* kreuzte (Fig. 141 und 142, S. 624).

Zu diesem Versuche benutzte ich die in § 27 beschriebene reinsepalodische Rasse, welche ich 1895 im Samentausch erhalten hatte, und welche sich bis jetzt bei der Aussaat ihrer Samen als constant gezeigt hat, obgleich sie ohne Zweifel nur einen Zweig der Mittelrasse bildet, wie wir dort ausgeführt haben. Diese Rasse war, allem Anscheine nach, eine Bastardform zwischen *O. cruciata* oder *O. cruciata varia* und *O. biennis,* wie ich oben (S. 101) durch einen directen Kreuzungsversuch für die übrigen Eigenschaften beweisen konnte.

Mit ihrem Blüthenstaub befruchtete ich zwei castrirte Exemplare von *O. Lamarckiana* aus meiner *Laevifolia*-Familie (Bd. I, S. 192).

Die Samen dieser Pflanzen habe ich theils im nächsten Jahre, theils im Jahre 1899 ausgesät. Ich erhielt im ersten Versuch etwa 30, im letzten 58 blühende Exemplare, von denen die meisten in ihrem Habitus *O. Lamarckiana*, einige wenige aber *O. rubiennis* waren.[1] Als die Blüthen sich entfalteten, zeigte sich, dass diese überall vom gleichen Bau waren, die Merkmale der *Biennis*-Blüthen und nicht diejenigen der *Lamarckiana* zeigend. Die Petalen waren also nicht so gross wie bei der letzteren Art (Bd. I, S. 308—310). Dafür waren sie aber auf allen Pflanzen und in allen Blüthen umgekehrt-herzförmig, von der für *O. biennis* normalen Breite. Verschmälerte oder verkümmerte gab es nicht; es fand sich keine Spur einer Andeutung des *Cruciata*-Merkmales.

Meine Samenträger musste ich also auf's Geradewohl auswählen. Ich nahm als solche im Sommer 1896 vier Exemplare, deren Rispe ich vor der Blüthe in Pergamin hüllte. Es waren Pflanzen, welche, mit Ausnahme der Blüthen, ganz die Merkmale der *Oenothera Lamarckiana* zeigten. Die Samen wurden getrennt geerntet und ausgesät und zwar für drei Mütter im nächsten Frühling, für eine aber erst 1899. Die Saaten sind aber, der einfacheren Vorstellung halber, im Stammbaum auf S. 625 zusammen im Jahre 1897 angeführt.

Bereits im Sommer dieses Jahres ergab sich eine Verschiedenheit. Allerdings nicht in der Tracht, der Form der Blätter, dem Bau der Inflorescenz und den übrigen vegetativen Merkmalen. Diese waren überall denen der gewählten Mütter gleich. In dieser Beziehung war die Rasse also von Anfang an constant, und so blieb sie auch in den späteren Generationen (vergl. den Stammbaum S. 625). Die Verschiedenheit galt nur den Blüthen, und eigentlich nur den Petalen. Die Kinder dreier Mütter (zwei Aussaaten in 1897 und eine in 1899) hatten nur umgekehrt-herzförmige Blumenblätter von derselben Breite wie bei der Mutter; der „*biennis*-blüthige“ *O. Lamarckiana*-Typus (oben S. 482) ergab sich hier also als constant. Die Versuche umfassten 30, 40 und 80 blühende Pflanzen. Trotzdem die Blüthezeit 2—3 Monate dauerte und die meisten Exemplare sehr reichlich blühten, konnte kein einziges Blumenblatt aufgefunden werden, welches eine deutliche Verschmälerung zeigte.

Ganz anders verhielt sich die Nachkommenschaft der vierten Mutter. Die Cultur umfasste Ende August nur 37 blühende Pflanzen, unter diesen gab es aber 16, welche in allen Blüthen mehr oder weniger das *Cruciata*-Merkmal zeigten. Die übrigen hatten dieselben

[1] Auch gab es einige Mutanten, zu *O. oblonga* gehörend.

herzförmigen Petalen der drei anderen Aussaaten und sind in unserem Stammbaum als *O. Lamarckiana BB* angedeutet.

Die *Cruciata*-Exemplare waren breit-sepalodisch, mit sehr schwankender Petalenbreite, einige fast linearisch, andere oval. So schmale, wie



Fig. 141. *Oenothera Lamarckiana cruciata.* Stammgipfel einer breit-sepalodischen Pflanze. Sept. 1899.



Fig. 142. *Oenothera Lamarckiana cruciata.* Seitenzweig eines rein-sepalodischen Exemplares. Sept. 1899.

das rein-sepalodische Extrem des Grossvaters sie hatte, fand ich in jenem Jahre noch nicht.

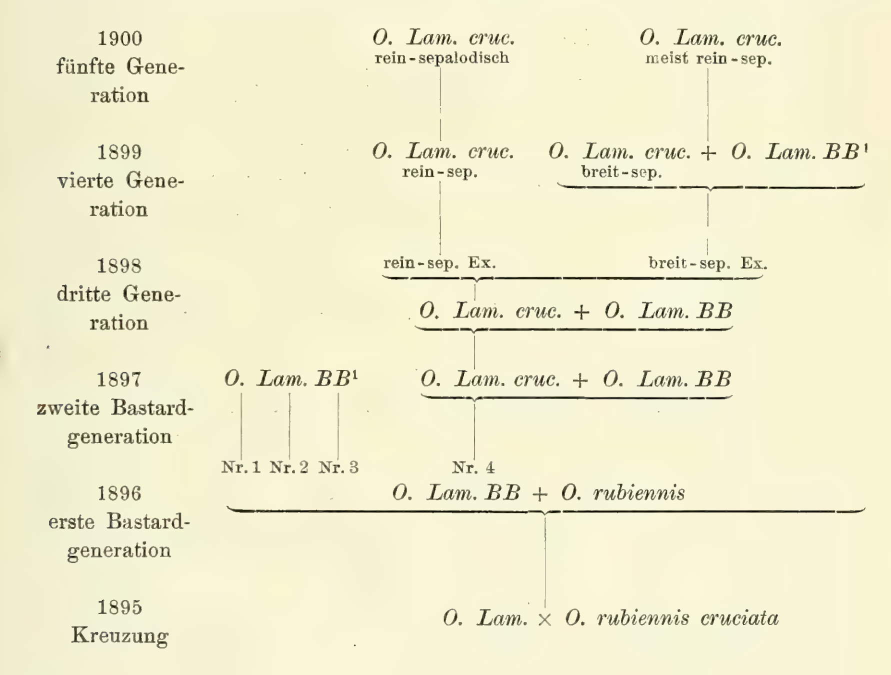
Es war somit eine Pleiomorphie eingetreten, und zwar nicht unter den Kindern aller Mütter, sondern nur unter denen einer einzigen, wohl durch einen glücklichen Zufall ausgewählten. Durch diese Erscheinung war das sonst latente, oder vielleicht in

anderen Exemplaren sogar verschwundene, recessive Merkmal an's Licht gekommen, und hatte es sich mit den übrigen in der ersten Generation von mir ausgewählten Merkmalen, denen der Tracht der *O. Lamarckiana*, verbunden.

Der Hauptzweck meines Versuches, die Herstellung einer Bastardform *Oenothera Lamarckiana cruciata* war hierdurch erreicht worden. Meine Pflanzen glichen in jeder Hinsicht der *O. Lamarckiana* mit

Stammbaum

der constanten Bastardrasse *Oenothera Lamarckiana cruciata.*



Ausnahme der Blüthen, welche nicht wesentlich anders gebaut waren als diejenigen der *O. cruciata* selbst und sich von diesen eigentlich nur durch die bedeutendere Grösse unterschieden. Es galt jetzt aber noch zu untersuchen, ob die neue Form sich als eine constante oder als eine inconstante Rasse verhalten würde.

Zu diesem Zwecke habe ich fernerhin nur von der *O. Lamarckiana cruciata* weiter cultivirt, und zwar habe ich versucht, die fluctuirende

[1] *O. Lamarckiana BB* in dieser Tabelle bedeutet die Bastardform dieser Art mit *Biennis*-Blüthen, wie sie bereits mehrfach beschrieben wurde.

Variation der Petalenbreite dazu zu verwenden, zwei Zuchtrassen herzustellen, eine mit schmalen grünlichen und eine mit etwas breiteren gelben Petalen (Fig. 141 und 142 auf S. 624). Solches ist aber, wie der Stammbaum zeigt, nur einseitig gelungen, wohl wegen Mangels des erforderlichen Umfanges oder ausreichend scharfer Selection, vielleicht aber auch, weil der Einfluss der Culturbedingungen auf die Ausbildung des *Cruciata*-Merkmales noch nicht genügend studirt wurde. Aber gerade das Misslingen des Selectionsversuches zeigt, dass die Differenz zwischen den rein-sepalodischen und den breit-sepalodischen Rassen dem Gebiete der fluctuirenden Variabilität angehört. Die *Oen. Lamarckiana cruciata* ist eben, wie die *O. cruciata varia* und die *O. rubiennis cruciata*, eine Doppelrasse, deren Merkmal von zwei vicariirenden Eigenschaften bedingt wird.

Im Sommer 1897 waren alle cruciate Exemplare breit-sepalodisch; ich wählte als Samenträger zur Selbstbefruchtung zwei Pflanzen mit möglichst schmalen Petalen aus. Aus ihren Samen erhielt ich zwei getrennte Beete (1898), welche in der Tracht ausschliesslich *O. Lamarckiana* waren, in den Blüthen aber eine reiche Mischung aller einschlägigen Formen von Petalen aufwiesen. Die rein-sepalodischen hatten linearische, in eine mehr oder weniger scharf abgesetzte Spitze endigende, grünliche Petalen. Diese füllten in der Knospe den Raum des Kelches nicht aus; der Kelch war also schlaff und etwas falzig, statt gespannt und wie aufgeblasen. Beim Oeffnen der Blüthen wirkt der Druck der Petalen auf den Kelch sonst mit; hier aber nicht, und demzufolge trennen sich die Kelchblätter öfters nicht völlig, indem sie an der Spitze im Zusammenhange bleiben. Der Kelch der blühenden Blüthe sieht dann aus wie vier halbe Bogen auf einer Kugelfläche, welche nur an den Polen verbunden sind. Die schmalen Blumenblätter und die Staubfäden treten aus den weiten Spalten hervor. Meist trennen sich die Gipfel der Kelchblätter später, bisweilen (bei schlechtem Wetter) auch nicht. In allen diesen Beziehungen verhält sich also die neue *O. Lam. cruciata* genau wie die gewöhnliche *O. cruciata varia*. Und dasselbe gilt von den breit-sepalodischen Exemplaren mit ihren sehr wechselnden Petalen. Hier schwankt diese Breite nicht nur von einem Exemplar auf das andere, sondern oft von der einen Blüthe derselben Rispe auf die andere, oder sogar von einem Blumenblatt einer Blüthe auf das andere. Im Allgemeinen nimmt dabei im Laufe des Spätsommers und des Herbstes die Breite der Petalen auf den einzelnen Pflanzen allmählich zu, wenn auch nicht immer und nicht auf allen Individuen. Die rein-sepalodischen bleiben aber im Herbst constant; ihre Novemberblüthen

sind nicht weniger typisch als die ersteren im Juli oder im August geöffneten derselben Rispe.

Ich habe die Petalen für eine grössere Zahl von Exemplaren in dieser Cultur gemessen und fand für die rein-sepalodischen eine Länge von 10—19, im Mittel 14 und eine Breite von 3—6, im Mittel 4 Mm. Für die als breit-sepalodisch bezeichneten aber 14—23, im Mittel 19 Mm. Länge und 12—18, im Mittel 15 Mm. Breite. Die herzförmigen Petalen der atavistischen Pflanzen maassen 18—27, im Mittel 24 Mm. in der Länge und 21—32, im Mittel 25 Mm. in der Breite.

Die Cultur von 1898 umfasste 143 blühende Pflanzen. Von diesen waren 64 % rein-sepalodisch, 20 % breit-sepalodisch und 16 % atavistisch. Die Saaten der beiden Mütter, einzeln untersucht, wichen in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich von einander ab. Nur von den beiden cruciaten Sorten wurden Exemplare zur künstlichen Selbstbefruchtung ausgewählt.

Die rein-sepalodischen erhielten sich in den beiden folgenden Generationen (1899 und 1900) rein, auf allen Exemplaren und in allen Blüthen. Breit-sepalodische Blüthen kamen nur im Spätsommer und atavistische gar nicht vor. Der Umfang der Culturen war 300 und 45 blühende Pflanzen.

Die breit-sepalodischen waren viel variabler, doch fehlten einerseits rein-sepalodische Exemplare und kam andererseits nur ein einziges atavistisches auf über 200 blühenden Pflanzen in 1899 vor. Es wurde ein mittleres Exemplar künstlich mit sich selbst befruchtet; dieses gab in 1900 aber unter 35 blühenden Pflanzen eine grössere Zahl von rein-sepalodischen als von breit-sepalodischen, und keine Atavisten. Die Kinder des Atavisten von 1899 waren, nach Selbstbefruchtung, wiederum so, mit einer einzigen cruciaten Ausnahme (Umfang 61 blühende Exemplare).

Bei Auswahl rein-sepalodischer Exemplare kann die *Oenothera Lamarckiana cruciata* also als constante Rasse betrachtet werden. Ob sie völlig rein ist, lässt sich bis jetzt noch nicht entscheiden; vielleicht wird sie bei grösseren Aussaaten und bei Selection in der breit-sepalodischen Richtung später doch wohl auch atavistische Exemplare hervorbringen.

§ 30. Kreuzungen von Oenothera Lamarckiana cruciata.

Die bis jetzt angeführten Kreuzungen des *Cruciata*-Merkmales gaben nur in einem einzigen Falle bereits in der ersten Generation eine Ungleichförmigkeit, und zwar keine individuelle, sondern nur

eine partielle. Es war dies die *Oenothera lata* × *O. cruciata varia.* Sonst war die erste Generation stets monotyp; die breiten, umgekehrtherzförmigen Petalen schlossen die cruciaten Formen durchweg aus. Und bei der Selbstbefruchtung dieser monotypen Bastarde ergaben die meisten sich als constant, d. h. ihre Nachkommenschaft war ebenso monotyp wie sie selbst. Nur selten traten Spaltungen auf (S. 617 und S. 625).

Aus diesen Gründen habe ich noch eine Reihe weiterer Kreuzungen ausgeführt, und es ist mir gelungen, die obige Lücke auszufüllen, und, wenigstens in einem Falle, eine Zusammensetzung der ersten Generation zu beobachten, welche sich den ditypen Bastarden anderer Versuchsreihen (Abschnitt I) durchaus anschliesst.

Diese Kreuzungen fanden im Sommer 1898 statt zwischen vier cruciaten Exemplaren der damaligen Cultur von *Oen. Lamarckiana cruciata* (S. 625) und vier Pflanzen von *O. Lamarckiana* aus der in Bd. I, S. 202 erwähnten *Lata*-Familie. Die letzteren wurden castrirt und dienten als Samenträger; jede von ihnen wurde mit dem Staub einer besonderen, zu diesem Zweck mit einer entsprechenden Nummer bezeichneten Pflanze befruchtet. Und zwar zwei mit rein-sepalodischen und die beiden anderen mit breit-sepalodischen Exemplaren. Die Samen wurden für jede Mutter getrennt ausgesät. Dass die Bastarde und ihre Nachkommen stets in den vegetativen Organen die Merkmale der *O. Lamarckiana* hatten, ist wohl selbstverständlich (abgesehen von den hier sehr seltenen Mutationen), da die beiden Eltern in diesen Punkten übereinstimmten.

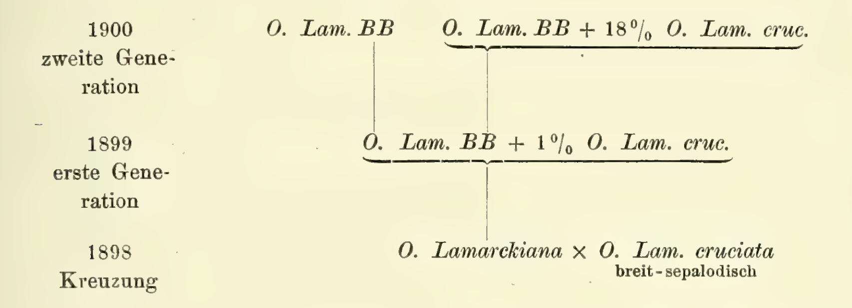
In Bezug auf die Petalenbreite gaben die vier Kreuzungen, trotz der nahen Verwandtschaft der gekreuzten Exemplare, sehr verschiedene Ergebnisse.

Die erste (*O. Lam.* × *O. Lam. cruciata,* breit-sepalodisch) gab nur atavistische Kinder und wurde nicht weiter verfolgt.

Die zweite (*O. Lam.* × *O. Lam. cruciata,* rein-sepalodisch) gab gleichfalls nur atavistische Kinder, von denen etwa 70 blühten. Zwei von ihnen wurden mit dem eigenen Blüthenstaub rein befruchtet und die Samen gaben 58 blühende Pflanzen, welche wiederum ausnahmslos atavistisch waren (1900).

Die dritte Kreuzung, von *O. Lamarckiana* mit einer breit-sepalodischen *O. Lam. cruciata* gab über hundert blühende Bastarde (1899), welche anfangs alle atavistisch waren. Erst im October fing ein einzelnes breit-sepalodisches cruciates Exemplar an seine Blüthen zu entfalten. Von den Atavisten, welche, wie gewöhnlich, *Biennis*-Blüthen hatten, wurden zwei der künstlichen Selbstbefruchtung

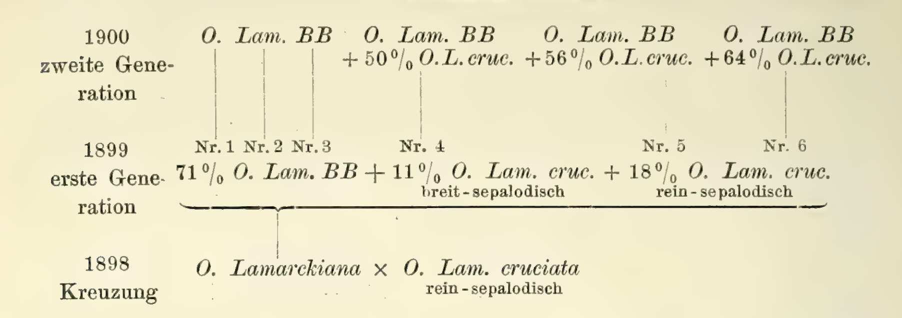
unterworfen. Die Samen des einen gaben im nächsten Jahre (1900) 29 blühende Pflanzen, welche sämmtlich wiederum atavistisch waren. Die Samen des anderen aber zeigten eine Spaltung, indem auf 33 blühenden Exemplaren 6 cruciate und 27 atavistische vorkamen. Also etwa 18 %. Dieser Fall ist der im vorigen Paragraphen behandelten Spaltung durchaus analog, wie sich am leichtesten aus einer tabellarischen Darstellung ergiebt:



Der vierte Versuch ist derjenige, der bereits in der ersten Generation eine gemischte Zusammensetzung zeigte. Es wurde eine *Lamarckiana*-Pflanze mit dem Staube einer rein-sepalodischen *O. Lamarckiana cruciata* belegt. Aus den Samen hatte ich Anfang September 1899 im Ganzen 65 blühende Exemplare, deren Blüthen das Folgende zeigten:

Atavistisch, Petalen umgekehrt-herzförmig	46	Exemplare	= 71 %
Breit-sepalodisch	7	„	= 11 „
Rein-sepalodisch	12	„	= 18 „

In dieser Cultur wurden sechs Exemplare in Pergaminbeuteln der Selbstbefruchtung überlassen; ihre Samen wurden getrennt geerntet und im nächsten Frühling auf besonderen Beeten ausgesät. Es waren zuerst drei atavistische Exemplare, welche zusammen hundert blühende Kinder gaben; diese waren ausnahmslos wiederum atavistisch. Ferner waren es eine breit-sepalodische und zwei rein-sepalodische Mütter (1899), deren getrennt geerntete und ausgesäte Samen für jede zu einer Spaltung Veranlassung gaben. Sie enthielten auf 28, 23 und 25 blühenden Exemplaren etwa 50, 56 und 64 % cruciate Kinder. Diese waren theilweise breit-sepalodisch, grossentheils aber rein-sepalodisch. Die folgende Uebersicht fasst diese Ergebnisse zusammen:



Eine dieser Culturen habe ich im nächsten Jahre (1901) wiederholt, um wo möglich auch in dieser Rasse partielle Spaltungen zu beobachten. Es gelingt dieses sehr leicht, sobald man seine Culturen besonders zu diesem Zwecke einrichtet, d. h. den einzelnen Pflanzen ausreichenden Raum zu üppiger Verzweigung giebt. Es blühten im Ganzen 95 Exemplare, von denen 53, also 56 % oder dieselbe Anzahl wie im vorigen Jahre, cruciate Blüthen trugen. Unter diesen zeigten zwei Pflanzen eine partielle Variation. Von ihnen zeigte eine die Erscheinung vom Anfang der Blüthezeit an, indem an der Inflorescenz des Stammes zwischen den vorwiegend breit-sepalodischen Blüthen einzelne atavistische sich entfalteten. Später blühte diese Pflanze auch auf den Zweigen des Stengels und aus einem Nebenstengel aus der Achsel eines Wurzelblattes. Erstere trugen cruciate, der letztere aber ausschliesslich atavistische Blumen. Die zweite Pflanze blühte vom Anfang an atavistisch, in der ganzen endständigen Traube und auf den Seitenzweigen des Stengels und fing erst im October an auf einem der letzteren breit-sepalodische Blumen zu öffnen. Die erstere Pflanze war also bei der Zählung zu den breit-sepalodischen, die letztere aber zu den atavistischen gerechnet worden. Ohne Zweifel würde ich bei noch weiterem Stande und noch reichlicherer Verzweigung meiner Pflanzen noch mehr Fälle von dieser partiellen Spaltung beobachtet haben.

§ 31. Vergleichung der cruciaten Bastardrassen mit Oenothera cruciata varia.

In Ermangelung der Gelegenheit, die Ursache der Inconstanz der *Oenothera cruciata varia* auf directem Wege aufzusuchen, habe ich in den vorhergehenden Paragraphen eine Reihe von Versuchen beschrieben, welche uns lehren sollten, wie sich diese Rasse bei weiteren Kreuzungen verhält. Um jetzt zum Schlusse diese Frage so weit

wie möglich zu beantworten, stelle ich hier die erhaltenen Ergebnisse übersichtlich zusammen.

Die *Oenothera cruciata varia,* welche den Ausgangspunkt meiner Studien bildete, verhält sich wie eine Mittelrasse, wie ein Blick auf den S. 606 gegebenen Stammbaum sofort zeigt. Sie umfasst cruciate und atavistische Individuen, letztere mit umgekehrt-herzförmigen Petalen. Die cruciaten sind theilweise rein-, theilweise breit-sepalodisch (S. 604). Diese drei Typen sind aber nicht von einander getrennt, sondern wohl jede von ihnen kann die anderen gelegentlich wieder hervorbringen, sei es aus Samen, sei es aus Knospen. Diese Inconstanz erhält sich, wenigstens bei entsprechender Auswahl der Samenträger, im Laufe der Generationen.

Kreuzt man nun diese Mittelrasse mit einer constanten Sorte, so wiederholt sich die Inconstanz in den Hybriden, sowohl in der ersten als auch in den späteren Generationen. Im Besonderen geht aus meinen Versuchen das Folgende hervor:

1. Die Inconstanz zeigt sich unter den Hybriden und deren Nachkommen theils auf vegetativem Wege, durch sogenannte Knospenvariation, theils bei der Vermehrung durch Samen. Und letzteres, bei Selbstbefruchtung, sowohl für atavistische als für cruciate Exemplare (z. B. S. 629—630), am leichtesten aber selbstverständlich für die partiell variablen Individuen.

2. Die erste Generation der Hybriden nach einer Kreuzung kann die folgenden Erscheinungen aufweisen:

a) Sie besteht nur aus Individuen mit herzförmigen Petalen, welche in ihren Nachkommen constant bleiben (*O. rubiennis cruciata* × *O. scintillans* und *O. rub. cruc.* × *O. nanella,* sowie die beiden reciproken Kreuzungen (S. 621); *O. Lamarckiana* × *O. Lam. cruciata* theilweise (S. 629 u. 630). Vergl. ferner die nur in erster Generation geprüften Fälle auf S. 617 u. 622).

b) Sie besteht aus atavistischen Individuen,[1] von denen die meisten in ihren Nachkommen constant bleiben, einzelne aber wenigstens theilweise auch cruciate Exemplare hervorbringen, und also inconstant sind. Diese Inconstanz erhält sich dann in den nächstfolgenden Generationen (*O. Lamarckiana* × *O. cruciata varia,* S. 617 und *O. Lamarckiana* × *O. rubiennis cruciata,* S. 625).

c) Sie besteht aus atavistischen Individuen, von denen einige im Laufe ihrer Blütheperiode durch partielle Variation einzelne cruciate

[1] Als solche bezeichne ich der Kürze halber die Pflanzen mit nur breiten, umgekehrt-herzförmigen Blumenblättern.

Blüthen (Fig. 137, S. 605) oder gar einzelne cruciat blühende Zweige hervorbringen. Auch diese Inconstanz wiederholt sich in den folgenden Generationen (*O. lata* × *O. cruciata varia*, S. 616).

d) Sie besteht theilweise aus atavistischen, theilweise aus cruciaten Exemplaren; und auch hier erhält sich die Inconstanz in den folgenden Geschlechtern (*O. Lamarckiana* × *O. Lamarckiana cruciata*, S. 629 u. 630).

3. Es leuchtet ein, dass diese vier Fälle eigentlich nur einen einzigen bilden, in welchem bereits die erste Bastardgeneration mehr oder weniger ungleichartig ist und diese Pleiomorphie sich in den folgenden Generationen erhalten kann. Ob der eine oder der andere Fall eintritt, hängt offenbar nur vom Zufall ab, d. h. vom Umfang der Culturen und von der Wahl der Samenträger. Vollständig tritt die Reihe nur selten auf, wie z. B. in dem S. 629 u. 630 beschriebenen Versuch mit *O. Lamarckiana* × *O. Lamarckiana cruciata*.

Wenden wir auf dieses Ergebniss unsere in § 23, S. 607 ausgeführte Betrachtungsweise an, und nehmen wir an, dass die Inconstanz der *Oenothera cruciata varia* auf einer Pleiomorphie der Ei- und Samenzellen beruhe. Jede Kreuzung dieser Doppelrasse mit einer constanten Rasse kann sich dann als eine Mischung verhalten, und die potentielle Ungleichförmigkeit der Hybriden ergiebt sich dann als nahezu selbstverständlich.

Wir vergleichen ferner unsere hybriden cruciaten Rassen einerseits mit der Inconstanz des gestreiften Löwenmauls (Bd. I, S. 503) und anderer Mittelrassen, andererseits mit den inconstanten Mendel'schen Bastardrassen, wie wir diese oben S. 164 und 171 für *Papaver somniferum Mephisto* × *Danebrog* und *Solanum nigrum* × *chlorocarpum* beschrieben haben. Mit jenen finden wir eine völlige Uebereinstimmung, mit diesen aber gar keine. Allerdings entscheidet die erste Bastardgeneration nicht endgültig, indem namentlich auch die Mendel'schen Hybriden sich in ihr vegetativ spalten können. In der zweiten Generation sollte aber die Spaltung ganz allgemein sein, und in den späteren sollte sie sich auf Individuen mit dem dominirenden Merkmal beschränken, und in diesen beiden wichtigen Punkten verhalten sich unsere *Cruciata*-Bastarde offenbar anders.

Doch reichen die beschriebenen Versuche noch bei Weitem nicht aus, um hier ein endgültiges Urtheil zu fällen. Sie lehren hauptsächlich nur so viel, dass die Inconstanz der ursprünglichen Rasse durch die Kreuzungen weder merklich vermehrt, noch wesentlich vermindert ist, dass also die *O. cruciata varia* diese Eigenschaft

auf ihre hybriden Nachkommen, wenn auch vielleicht nicht auf alle, übertragen hat.

Auch unsere Hauptfrage, ob die ursprüngliche inconstante Rasse diese Eigenschaft einer Kreuzung oder vielleicht einer eigenen Mutation verdanke, lässt sich nach den vorhandenen Erfahrungen weder bejahen noch verneinen. Doch enthalten diese offenbar die Warnung, dass man auch bei inconstanten Rassen nicht ohne sehr triftige Gründe eine Kreuzung als Ursache der anscheinend unerklärlichen Erscheinungen annehmen sollte.

Sechster Abschnitt.

Die Beziehungen der Mutationstheorie zu anderen Disciplinen.

I. Der Artbegriff in der Mutationslehre.

§ 1. Systematik und Mutationslehre.

Ueberall, wo es uns möglich war, durch directe Beobachtungen und Versuche einen tieferen Blick in das Wesen der erblichen Eigenschaften der Organismen zu werfen, ergaben sich diese als zusammengesetzter Natur. Keine Pflanze vererbt auf ihre Nachkommen ihre Eigenthümlichkeiten als ein einheitliches Ganzes, wie man es sich bisher vorstellte. Genau im Gegentheil haben wir eine lange Reihe von Erscheinungen kennen gelernt, in denen entweder ein einziges Merkmal oder eine kleinere oder grössere Gruppe von solchen sich von den übrigen trennen liess und sich offenbar anders verhielt. Bei der Entstehung neuer Arten und Varietäten ist nicht das ganze Wesen im Fluss; Alles bleibt vielmehr in Ruhe bis auf einen oder einige wenige Punkte, deren Umänderung die ganze wahrnehmbare Umprägung bedingt. Und bei den Bastardirungen sind die beiden sexuell zu verbindenden Typen sich stets in der überaus grossen Mehrzahl der Kennzeichen gleich, und beschränkt sich ihre Differenz auf ganz bestimmte Einzelheiten, welche sich in den einfachsten Fällen zahlenmässig behandeln lassen.

Die Analyse der Organismen führt uns somit zu der Erkenntniss von Einheiten, welche in manchen Punkten den Molecülen der Chemie analog sind. Nur sind sie von viel complicirterer Structur und auf historischem Wege entstanden. Sie lassen sich nicht lostrennen und einzeln dem Experiment unterwerfen, wie die chemischen Körper. Wir können sie nur untersuchen, indem wir das Verhalten nahe verwandter Arten und Varietäten studiren, d. h. also solcher, in

denen eine bestimmte Einheit oder einige wenige solche in der einen Pflanze vorhanden sind und in der anderen fehlen. Und gerade aus diesem Grunde sind unsere Forschungen einstweilen auf die jüngsten Einheiten beschränkt.

Aber wie die ganze vergleichende Wissenschaft aus den unmittelbar der Beobachtung zugänglichen Thatsachen ihre Schlüsse zuerst auf die nicht beobachteten Fälle, dann aber auch auf immer weitere Gebiete der uns nicht unmittelbar zugänglichen Erscheinungen ausdehnt, so ist es auch hier unser Recht und unsere Pflicht, die Tragweite unseres Schlusses möglichst allseitig zu prüfen.

Im Speciellen handelt es sich somit um die Frage, ob die Sätze von der Entstehung der Arten durch Mutation und von dem Aufbau der erblichen Eigenschaften aus elementaren Einheiten im Einklang sind mit den theoretischen Ansichten, zu denen einerseits die systematische Wissenschaft und andererseits die Entwickelungsgeschichte der Organismen auf anderen Wegen gelangt sind. Lässt es sich zeigen, dass die Mutationstheorie den Anforderungen dieser Disciplinen besser genügt als die jetzt herrschende Form der Selectionslehre, so wird daraus ihre Berechtigung als eine allgemeine Theorie von dem Wesen der erblichen Eigenschaften, meiner Ansicht nach, in überzeugender Weise hervorgehen.

Aus diesem Grunde werde ich diesen letzten Abschnitt solchen vergleichenden Betrachtungen widmen. Ich verlasse dabei allerdings den sicheren Boden der Thatsachen und wage mich auf Gebiete, in denen die eigene Erfahrung mich im Stich lässt. Aber die experimentelle Forschung muss ihre Fragen und ihre Ziele gerade solchen allgemeinen Gesichtspunkten entnehmen, und es scheint mir keineswegs überflüssig zu sein, von Zeit zu Zeit zu untersuchen, was sie bereits geleistet hat und was ihr für die nächste Zeit zu leisten übrig bleibt. Ich werde mich dabei möglichst knapp fassen, mich wo immer möglich an die Ansichten anerkannter Autoritäten anschliessen und die eigene Meinung auf diejenigen Punkte beschränken, welche gerade den Verband zwischen der Mutationstheorie und jenen Ansichten beleuchten sollen. In das ausserordentlich reiche Feld der Meinungsverschiedenheiten über unsichere und untergeordnete Fragen möchte ich mich nicht begeben, die Literatur ist hier bereits längst so herangewachsen, dass der Einzelne sie nicht mehr bewältigen kann.

Nur den Anschluss der Mutationstheorie an die Hauptsätze der Entwickelungslehre nachzuweisen, ist mein Ziel, und auch dieses nur ganz kurz und oft nur andeutungsweise. Neue Theorien und neue

Hypothesen habe ich den bisherigen hier nicht zuzufügen, um so weniger, als ich überzeugt bin, dass die Lehre von den Mutationen ohnehin und überall zu einer Vereinfachung und klareren Fassung der Probleme leiten wird.

Die Aussicht der Theorie auf Anerkennung hängt einerseits von ihrer empirischen Begründung, andererseits von ihrer Leistungsfähigkeit ab, und die Erörterung dieser letzteren würde ich also keineswegs unterlassen dürfen. Den einzelnen Hauptfragen, welche von ihr berührt werden, werde ich somit die einzelnen Kapitel dieses letzten Abschnittes widmen.

§ 2. Progressive, retrogressive und degressive Mutationen.

Die Untersuchungen über die Entstehung von Arten und Varietäten führten uns zu denselben Hauptschlüssen wie das Studium der Folgen der Bastardirung. Bei der Behandlung der letzteren habe ich diese Uebereinstimmung ausführlich nachzuweisen versucht. Es erübrigt also nur noch, die im letzten Abschnitt des ersten Bandes über die verschiedenen Modalitäten der Artbildung gewonnenen Erfahrungen in Verbindung mit den Ergebnissen der Bastardlehre noch einmal kurz und übersichtlich darzustellen und sie von einer mehr allgemeinen Seite zu beleuchten.

Der Fortschritt in der organischen Natur beruht im Wesentlichen auf einer zunehmenden Differenzirung. Die Eigenthümlichkeiten, welche zusammen das Gepräge der einzelnen Arten bilden, werden zahlreicher; jedes höher organisirte Wesen hat deren in der Regel mehr als seine Vorfahren aus längst verflossenen Zeiten. Wenden wir dieses allgemeine Princip auf die Lehre von den elementaren Eigenschaften an, so ergiebt sich sofort, dass die Zahl dieser Einheiten im Grossen und Ganzen mit zunehmender Differenzirung zunehmen muss. Oder umgekehrt, dass die Höhe der Differenzirung im Wesentlichen von der Anzahl der elementaren Eigenschaften bedingt ist. Jedes Mal, wenn zu den bereits vorhandenen eine neue Einheit hinzukommt, schreitet die Differenzirung um einen Schritt voran. Wäre es möglich, die Einheiten zu zählen, so würden wir darin ein Maass für die Organisationshöhe der Organismen finden.

Die einzelnen Schritte sind offenbar nur kleine, wenigstens in der Jetztzeit, und jeder von ihnen kann selbstverständlich für sich die Organisation kaum merklich hinaufführen. Wenigstens fehlen uns bis jetzt die Mittel einer so genauen Abwägung des Differenzirungsgrades, dass wir den Einfluss einer Einheit mehr oder weniger auf

den aus Tausenden von Einheiten aufgebauten Complex würdigen könnten. Erst die Gruppen von Einheiten bilden klare und einleuchtende Unterschiede in der Organisationshöhe, aber innerhalb einer kleinen Gattung oder einer formenreichen Sammelart scheinen uns die einzelnen Typen meist gleichwerthig.

Die einzelnen Schritte, in die nach dieser Vorstellung die allmähliche Differenzirung sich auflöst, bezeichnen wir als Mutationen, und zwar, gerade wegen dieses Fortschrittes, als progressive Mutationen. Jede solche fügt also zu dem Complex der bereits vorhandenen erblichen Eigenschaften eine neue hinzu.

Die neue Eigenschaft braucht aber offenbar nicht sofort bei ihrer Entstehung auch sichtbar zu werden. Es handelt sich ja zunächst nicht um die äusseren Merkmale, sondern um die inneren Anlagen, durch welche diese bedingt werden. Und ebenso wie der Keim zahlreiche Anlagen enthält, welche noch der Entfaltung harren, ebenso kann man sich denken, dass eine Eigenschaft bei ihrer ersten Entstehung, ihrer phylogenetischen Geburt, wenn ich so sagen darf, zunächst latent bleibt, um erst später, vielleicht erst viel später, activ zu werden.

Nach dieser Vorstellung ist jede progressive Mutation im Grunde ein doppelter Vorgang und besteht aus der Bildung einer neuen inneren Anlage und aus der Activirung dieser. Beide Processe mögen bisweilen zusammen fallen, sie brauchen das aber nicht. Daher ist es zweckmässig, sie mit besonderen Namen anzudeuten, und bezeichnen wir den inneren Vorgang als Prämutation, den äusserlich sichtbaren aber als die Mutation im eigentlichen Sinne.

Dementsprechend ist die Prämutation hypothetischer, die Mutation aber empirischer Natur.

Zugleich geht aus dieser Erörterung hervor, dass eine innere Anlage nicht ohne Weiteres ein äusseres Merkmal bedingt. Wie bei der Ontogenie kann auch in der Phylogenie eine elementare Eigenschaft zeitweise activ, aber zu anderen Zeiten latent oder inactiv sein. Wird nun eine neue Eigenschaft aus ihrem anfänglichen latenten Zustande activ, so nannten wir das eine progressive Mutation. Und deshalb müssen wir ihre Rückkehr aus dem activen in den latenten Zustand, wenn diese vorkommt, gleichfalls als Mutation und zwar als retrogressive Mutation bezeichnen.

Die Erfahrungen im Gartenbau und die Systematik der kleineren Arten und Varietäten lehren nun, dass solche retrogressive Mutationen ganz gewöhnliche Erscheinungen sind. Fast jede Eigenschaft kann gelegentlich verschwinden. Nicht nur die oberflächlichen, wie Farbe,

Behaarung, Bewaffnung u. s. w., sondern auch die tiefer im Wesen begründeten, wie die decussirte Blattstellung und sogar die Symmetrie. Zwangsdrehungen und Pelorien lehren uns, welche weitgehende Aenderungen in der Tracht der ganzen Pflanze oder im Bau der Blüthen durch das Inactivwerden einer solchen elementaren Eigenschaft hervorgerufen werden können.

Die retrogressiven Mutationen machen den Eindruck eines Verlustes; die betreffende Eigenschaft verschwindet aus dem Gesammt-



Fig. 143. *Castanea vesca.* Abnormal beblätterte Kätzchen. *A* mit zwei Blättern, *B C* mit je einem Blatt; *C* dazu mit einem Seitenzweig; *a* männliche, *b* weibliche Blüthen, *c* normales Blatt. Apeldoorn, 1896. Gesammelt von Herrn Dr. P. F. Abbink-Spaink.



Fig. 144. *Mercurialis annua.* Ein Zweig einer männlichen Pflanze, welche an den langen, dünnen Aehren hier und dort Früchte trägt. Auf den weiblichen Pflanzen sind die Früchte auf kurzen Stielen in den Blattachseln gestellt.

bilde. Aber alles deutet darauf hin, dass wenigstens in der überaus grossen Mehrzahl der Fälle dieser Verlust nur ein äusserer ist, und dass im inneren Wesen der Pflanze die Anlage bleibt, aber inactiv wird. Namentlich sprechen dafür jene Fälle, in denen eine systematisch latent gewordene Eigenschaft gelegentlich als Anomalie wieder sichtbar wird, wie z. B. das Auftreten von weiblichen Blüthen an männlichen Exemplaren diöcischer Arten (Fig. 144) oder von Blättern an normal blattlosen Infloreseenzen (Fig. 143).

Zwei Rassen, welche sich nur durch die Latenz oder die Activität einer selben Anlage unterscheiden, besitzen also in ihrem inneren Wesen dieselbe Anzahl von elementaren Einheiten. Sie stehen einander offenbar anders gegenüber als zwei Rassen, deren eine durch die Neubildung einer Anlage aus der anderen hervorgegangen ist, wo also die Anzahl dieser Einheiten um Eine verschieden ist.

Ehe wir aber diesen Gegensatz näher betrachten, müssen wir uns die Frage vorlegen, ob der active und der inactive oder latente Zustand die einzigen sind, in welchen eine innere Anlage vorkommen kann. Theoretisch ist solches offenbar gar nicht erforderlich und können wir uns dazwischen sehr verschiedene Grade der Activität denken. Thatsächlich lehrt die Erfahrung, dass solche Zwischenstufen auch vorkommen. Wir haben sie oben (Bd. I, S. 424) als semilatent bezeichnet und die Rassen, welche sich durch solche semilatente Eigenschaften kennzeichnen, im Allgemeinen Zwischenrassen genannt. Von diesen giebt es zwei Typen, welche uns überall im Freien und in den Culturen entgegentreten, die Halbrassen und die Mittel- oder Doppelrassen. In beiden ist das semilatente Merkmal in besonderer Weise mit einer anderen, activen Eigenschaft verbunden, und zwar derart, dass sie in ihren Aeusserungen sich gegenseitig ausschliessen. Sie vertreten einander, wenn man so sagen darf, und bilden somit ein vicariirendes Paar. Dreizählige Kleeblätter und fünfzählige, dreizählige oder gespaltene Samenlappen und zweizählige, normale und pelorische Blüthen, stielrunde und verbänderte Sprosse, gewöhnliche und petaloide Staubfäden bilden solche Paare. Dasselbe Blatt, dasselbe Staubblatt, derselbe Spross kann nicht zu gleicher Zeit drei- und fünfzählig u. s. w., mit einem Worte normal und abnormal sein.

Diese vicariirenden Merkmalspaare sind die Quelle einer weitgehenden Variabilität, indem die Anomalie in den verschiedensten Graden der Ausbildung auftreten kann. Die Individuen einer Gruppe schwanken dann in ihrem Aeusseren nicht um ein Mittel, wie bei der gewöhnlichen fluctuirenden oder oscillirenden Variabilität, sondern zwischen zwei oft weit getrennten und einander mehr oder weniger entgegengesetzten Typen. Sie tragen das Gepräge der Inconstanz, und solche Rassen und Varietäten pflegen auch gewöhnlich kurzweg inconstante genannt zu werden. Aber nur in dem Sinne, dass der Formenkreis, in welchem sie hin und her schwanken, ein äusserst reicher und namentlich ein dityper oder dimorpher ist, nicht aber so, dass irgend ein Individuum aus diesem Kreise herausbrechen und eine neue Rasse begründen könnte. In diesem Sinne sind die inconstanten Rassen ebenso feste wie die besten constanten Arten und Varietäten.

Zwischen den Halbrassen und den Mittel- oder Doppelrassen liegt der Unterschied nur in dem gegenseitigen Verhältnisse der beiden Anlagen des vicariirenden Paares. Ueberwiegt unter mittleren Bedingungen und beim Ausschluss der Selection die eine sehr stark, so ist die Rasse einseitig und wird deshalb Halbrasse genannt (z. B. Fig. 145). Ueberwiegt bei denselben Voraussetzungen keine von beiden, sondern halten sie sich ungefähr das Gleichgewicht, so entsteht die Mittelrasse (z. B. Fig. 27 des ersten Bandes auf S. 98). Bei den Tricotylen und Syncotylen enthält die Halbrasse stets nur sehr wenige anomale Individuen, höchstens in ganz einzelnen Procenten (bei fehlender Selection), während die Doppelrasse etwa zur Hälfte aus normalen, und zur anderen Hälfte aus tricotylen bezw. syncotylen Individuen besteht. Aber beide Typen von Exemplaren geben bei Aussaat rein befruchteter Samen wieder dasselbe Verhältniss.



Fig. 145. *Papaver commutatum polycephalum.* Dieselbe Anomalie, welche bei *P. somniferum* als Mittelrasse vorkommt (Bd. I, Fig 27, S. 98), findet sich hier als Halbrasse, sich sehr selten und meist nur in geringem Grade äussernd.

Will man die Nomenclatur weiter ausbilden, so kann man die Bezeichnung semilatent auf die anomale Eigenschaft der Halbrassen beschränken und für jene der Mittelrassen den Namen semi-activ einführen (vergl. Bd. I, S. 424). Wir unterscheiden dann für eine und dieselbe Anlage vier Zustände: den activen, den latenten, den semi-activen und den semi-latenten. Und diese Unterscheidung dürfte einstweilen genügen, und genügt wenigstens, soweit meine Erfahrung reicht, den bis jetzt bekannten Thatsachen.

Aus dem einen Zustand in den anderen kann man eine Anlage nicht willkürlich überführen, weder durch Selection noch durch andere Mittel. Wenigstens bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse ist dieses noch nicht möglich. Einen solchen Uebergang bewirken nur uns unbekannte Combinationen von Ursachen, der sogenannte Zufall. Auch sind die Uebergänge, soweit man sie beobachten kann, keine langsamen oder allmählichen, sondern sie finden stossweise statt. Mit einem Male ist die neue Rasse da, unerwartet tritt sie auf, wie wir solches namentlich für die pelorische *Linaria* gesehen haben. Solche plötzliche Uebergänge aber stellen unsere Mutationen dar. Und zur Unterscheidung von den progressiven und den retrogressiven haben wir die übrigen als degressive Mutationen bezeichnet.

Jede Mutation besteht also im Grunde nur in der Umlagerung einer inneren Eigenschaft. Von latent wird sie activ, von semi-latent semi-activ u. s. w. Handelt es sich dabei um neue Anlagen, welche zum ersten Mal activ werden, nachdem sie in einer kürzeren oder längeren Reihe von Vorfahren latent waren, so sprechen wir von progressiven Mutationen. Werden die activen wiederum latent, so ist der Process ein retrogressiver, in allen übrigen Fällen aber ein degressiver.

An diese im ersten Bande aus den Erfahrungen über die Entstehung von Arten und Varietäten abgeleiteten Principien schliessen sich nun die Erscheinungen der elementaren Bastardlehre in sehr einfacher Weise an. Wir sehen dabei einstweilen von den Mutationskreuzungen ab und betrachten die Pflanzen in ihrem gewöhnlichen immutablen Zustande. Es giebt dann zwei Haupttypen von Kreuzungen, die Mendel'schen und die unisexuellen. Die ersteren folgen den Spaltungsgesetzen, sie führen zu verschiedenen Combinationen der elementaren Eigenschaften und können so viele neue Rassen geben, wie neue solche Combinationen möglich sind. Diese Rassen sind constant; die Bastarde selbst aber spalten sich immer wieder bei der Bildung ihrer Sexualzellen und gelegentlich auch auf vegetativem Wege. Die Bastarde der unisexuellen Kreuzungen sind dagegen constant; sie spalten sich, so weit die Erfahrung reicht, nicht wieder. Sie sind im Allgemeinen, falls sie überhaupt fruchtbar sind, ebenso samenfest wie ihre Eltern, können dafür aber die Inconstanz ihrer Eltern, wenn unter diesen z. B. Mittelrassen sind, ererben und auf ihre Nachkommen übertragen (z. B. die Bastarde von *Oenothera cruciata varia*).

Die Erörterungen unseres zweiten Abschnittes haben uns nun zu der Folgerung geleitet, dass Kreuzungen den Mendel'schen Gesetzen folgen, wenn der eine der beiden gekreuzten Typen zu dem anderen im Verhältnisse einer aus ihm auf retrogressivem oder auf degressivem Wege entstandenen Mutation steht. Das heisst also, wenn die beiden Stammeltern genau dieselben inneren elementaren Eigenschaften besitzen, aber die eine oder die andere oder einige solcher Eigenschaften in beiden in verschiedenen Zuständen vorkommen. So namentlich bei der sexuellen Verbindung von latenten Eigenschaften mit activen, von semilatenten mit semiactiven u. s. w. Die einander entgegengesetzten, von derselben Anlage in diesen verschiedenen Zuständen bedingten sichtbaren Kennzeichen bilden dann ein sogenanntes Merkmalspaar. Stammformen, welche sich nur in solchen Merkmalspaaren von einander unter-

scheiden, bilden somit sowohl in der Lehre von der Entstehung der Arten wie in der Bastardlehre eine Gruppe für sich.

Dieser gegenüber stehen die unisexuellen Kreuzungen, welche zu den constanten Bastardrassen führen und dadurch bedingt sind, dass wenigstens eine Eigenschaft in dem einen Stammelter gefunden wird, welche dem anderen durchaus fehlt. Daher der MACFARLANE'sche Name unisexuell. In complicirteren Fällen kann die eine Form einen grösseren Ueberschuss von Anlagen haben, oder können sogar beiderseits Anlagen vorkommen, welche der anderen Stammform fehlen. Einseitig wird der Ueberschuss sein, wenn die eine Form geradlinig von der anderen abstammt, und solche Kreuzungen haben wir (S. 469) als avunculäre bezeichnet. Zweiseitig wird er sein, wenn beide nach verschiedenen Richtungen aus einem gemeinschaftlichen Vorfahren hervorgegangen sind, was dann zu collateralen Bastardirungen leiten kann. Merkmalspaare giebt es dann im innern Wesen der betreffenden Formen nicht, wenn auch oft äusserlich der Schein davon vorhanden ist.

Die unisexuellen Kreuzungen entsprechen somit den progressiven Mutationen, die MENDEL'schen aber den retrogressiven und den degressiven Formen der Artbildung. Umgekehrt dürfen wir auf Latenz oder Semi-Latenz von Eigenschaften schliessen, wo die Kreuzungen sich an die MENDEL'schen anschliessen, während die unisexuellen Kreuzungen das einseitige Fehlen der inneren Anlagen anweisen. Ich gestehe gerne, dass das jetzt vorhandene Material von Thatsachen weder zur allseitigen Begründung, noch auch zur praktischen Anwendung dieses Satzes in allen einzelnen Fällen ausreicht. Dazu bedarf es einer unverhältnissmässig grösseren Ausdehnung der Versuche. Es kommt mir auch nur darauf an, das Princip klarzulegen und zu zeigen, wie die beiden Hauptzweige der Mutationslehre, trotz der so sehr verschiedenen Ausgangspunkte, doch schliesslich zu derselben theoretischen Einsicht in das Wesen der erblichen Eigenschaften führen. Und diese Einsicht lässt sich beim jetzigen Stande unserer Kenntnisse am einfachsten in dem kurzen Satze formuliren:

Retrogressiv und degressiv entstandene Formen folgen bei ihren Kreuzungen mit den entsprechenden Vorfahren den MENDEL'schen Gesetzen, während progressiv entstandene sich unisexuell verhalten.

§ 3. Der theoretische Unterschied zwischen Arten und Varietäten.

Als ein rother Faden läuft durch die ganze Geschichte der systematischen Wissenschaft der Gedanke, dass es zwischen älteren und jüngeren Merkmalen einen principiellen Gegensatz gebe. Welcher Art dieser Unterschied sei und wo die Grenze liege, das haben die hervorragendsten Forscher mehrfach zu ermitteln gesucht, und je nach den vorhandenen Kenntnissen ist die Antwort eine verschiedene gewesen. Von den Transmutationisten bis auf Nägeli's bekannte Unterscheidung der Organisations- und Anpassungsmerkmale giebt es eine lange Reihe von Versuchen, sich über das von Allen vermuthete Princip klar zu werden.

In den älteren Zeiten machte man sich die Sache bequem, indem man eine übernatürliche Ursache zu Hülfe nahm: die systematisch höheren Merkmale seien durch Schöpfung, die übrigen auf natürlichem Wege entstanden. Aber in der Praxis führte auch diese Ansicht nicht zur Uebereinstimmung, indem für Einige die Gattungen, für Andere die Collectivarten und für eine dritte Gruppe von Schriftstellern die einzelnen constanten Formen die geschaffenen Einheiten waren.

Unsere Erörterungen haben uns auf den verschiedensten Wegen stets zu der Erkenntniss geführt, dass es zwischen älteren und jüngeren Eigenschaften thatsächlich einen principiellen Gegensatz giebt, der sowohl auf dem Gebiete der Entstehung der Arten, wie auf jenem der künstlichen Bastardirungen überall sich klar ausspricht. Denn einerseits können Formen aus einander entstehen ohne Bildung neuer Anlagen, nur durch Ueberführung bereits vorhandener in andere Zustände, wie latent und activ, andererseits aber unter dem Auftreten wirklich neuer elementarer Eigenschaften. Auf dem letzteren Vorgang beruht der Fortschritt in der Organisation, auf dem ersteren zu einem guten Theile die Mannigfaltigkeit der Formen.

Vergleicht man dieses experimentelle Ergebniss mit den erwähnten theoretischen Betrachtungen, zo dürfte der Schluss nahe liegen, dass in der Bildung neuer oder der Umprägung vorhandener Anlagen der gesuchte Gegensatz zwischen älteren und jüngeren Merkmalen zu finden sei.[1] Auf dem Boden der Schöpfungslehre kann man für die Entstehung neuer Einheiten eine übernatürliche Ursache annehmen; für die Umprägung bereits vorhandener Anlagen hat wohl niemand diese Forderung gestellt. Aber auch beim jetzigen

[1] Vergl. oben S. 369 und S. 374.

Zustande unserer Ansichten über die Abstammungslehre behält der erwähnte Gegensatz seine volle Bedeutung.

Es würde mich zu weit führen, hier das Bild, das Anderen vorschwebte, eingehend zu analysiren. Eine solche Analyse führt aber zu der Ueberzeugung, dass der Unterschied zwischen Neubildung und Umprägung von Anlagen am genauesten dem Unterschiede entspricht, den die besten Systematiker zwischen Arten und Varietäten zu machen gesucht haben.[1] Jede Form, welche durch Neubildung einer inneren Anlage entstanden ist, sollte somit als Art, jede andere, welche ihre Eigenthümlichkeit nur einer Umprägung einer bereits vorhandenen Anlage verdankt, sollte als Varietät aufgefasst werden.[2] Oder wie wir es bereits im ersten Bande (S. 455, 460 u. s. w.) ausgesprochen haben: die Entstehung neuer Eigenschaften führt zu progressiver Artbildung, während ohne die Bildung solcher die echten, abgeleiteten Varietäten durch retrogressive und degressive Mutationen entstehen.[3] Nur in dieser Weise lässt sich, meiner Ansicht nach, das Princip völlig scharf und klar aufstellen.

Allerdings nur das Princip; denn in der Praxis wird unsere Definition vorläufig selten Anwendung finden können. Hier aber hat die elementare Bastardlehre einzugreifen, denn in ihrer Terminologie lautet der erwähnte Grundsatz, dass Formen, welche bei gegenseitigen Kreuzungen in allen Merkmalen den Mendel'schen Gesetzen folgen, als Varietäten einer selben Art aufzufassen sind. Und diese Form unseres Satzes erlaubt offenbar überall dort eine unmittelbare Anwendung, wo eine experimentelle Prüfung sich ausführen lässt.

Selbstverständlich ist diese Forderung jetzt noch eine zu hohe. Doch haben die bedeutendsten Forscher aller Zeiten die Bastardlehre als eine empirische Grundlage für den fraglichen Unterschied betrachtet.[4] Auch dürften die Schwierigkeiten im Grunde nicht so grosse sein, als sie es auf den ersten Blick zu sein scheinen. Denn sobald das Erfahrungsmaterial einen gewissen Umfang erreicht haben wird, werden sich bestimmte Gesetze ermitteln lassen, welche in den

---

[1] Vergl. auch Bd. I, S. 131 und 460—461.

[2] Es sei dabei nochmals daran erinnert, dass Varietäten im Grunde nur kleinere Arten sind und dass sie namentlich bei Aussaaten ebenso constant zu sein pflegen wie diese.

[3] Vergl. auch oben S. 367—374.

[4] Vergl. Nägeli a. a. O. S. 396, Focke a. a. O. S. 488, 502, Naudin a. a. O. S. 164, Abbado a. a. O. S. 9; u. s. w.

meisten Fällen genügen werden, nach Analogie weiter zu schliessen. Die Betrachtung unserer Tabelle über die typischen MENDEL'schen Bastarde auf S. 146, sowie die Zusammenstellung der übrigen Kreuzungen, welche sich diesen anschliessen (§ 34, S. 370), wird sofort eine Einsicht in die Tragweite solcher Analogieschlüsse geben.

Allerdings sind die Arten, welche ich hier den Varietäten gegenüber stelle, die kleineren oder elementaren Arten, und liegt die Abgrenzung der grösseren oder Collectiv-Arten der Natur der Sache nach nicht auf dem experimentellen, sondern auf dem vergleichenden Gebiete.[1] Aber die elementaren Arten sind ja die nachweislich bestehenden Einheiten des Systems, während die grösseren Arten nur Zusammenfassungen von solchen zu Gruppen sind. Die Besprechung dieser gehört also der Behandlung der Frage nach dem praktischen Unterschiede zwischen Arten und Varietäten an.

Ehe ich dazu übergehe, habe ich noch den mehr complicirten, aber ganz gewöhnlichen Fall zu besprechen, dass zwei nächst verwandte Formen sich von einander theilweise durch progressive, theilweise durch retrogressive oder degressive Merkmale unterscheiden. Nach den ersteren wären sie dann als elementare Arten, nach den letzteren als abgeleitete Varietäten aufzufassen, und da sie im System schwerlich beides zu derselben Zeit sein dürfen, so wird man in dem einen oder dem anderen Sinne eine Entscheidung zu treffen haben.

Zur näheren Beleuchtung dieser Schwierigkeiten führe ich zunächst ein Beispiel an, und wähle dazu die mehrfach besprochenen Formen *Lychnis vespertina* und *L. diurna*, welche von mehreren Systematikern zusammen zu einer Art, *L. dioica*, gerechnet werden. Denkt man sich diese beiden Formen von einer gemeinschaftlichen Urspecies abgeleitet, und betrachtet man dabei die einzelnen Merkmale, so tritt der Unterschied in der Blüthenfarbe als besonders klarer Charakter in den Vordergrund. Offenbar muss die Urspecies rothblüthig gewesen sein, und ist die *L. vespertina* in derselben Weise weissblüthig geworden wie gewöhnliche weissblüthige Varietäten rother Arten. Damit stimmt überein, dass die Blüthenfarbe bei diesen beiden Arten sich bei Kreuzungen genau so verhält wie sonst bei vielen Varietäten. Sie folgt, hier wie dort, den MENDEL'schen Gesetzen (vergl. oben S. 146 und 184). Andere Unterschiede zwischen den beiden Lichtnelken bilden die Breite der Blätter und die Länge der Blüthenstiele,

[1] Auf die Frage, in welchen Fällen eine ternäre Nomenclatur zweckmässig ist (vergl. Bd. I, S. 456), habe ich hier nicht einzugehen; sie ist durchaus conventioneller Natur.

diese Eigenschaften spalten sich aber nicht in der genannten Weise in den Nachkommen der Bastarde; sie sind wahrscheinlich als die Ergebnisse progressiver Artbildung aufzufassen.[1] Vielleicht ist die *L. vespertina* eine weissblüthige Varietät einer ausgestorbenen rothblühenden Art. Jedenfalls aber glaube ich, dass man nicht fehlgehen wird, wenn man behauptet, dass *L. vespertina* und *L. diurna* sich von einander theilweise durch typische Artmerkmale, theilweise aber durch Varietätsmerkmale unterscheiden.

Genau dasselbe hat auch Gärtner mehrfach betont und namentlich auch an demselben Beispiel beleuchtet.[2] Er sagt darüber das Folgende: Der Zweifel über die specifische Verschiedenheit nahe verwandter Arten, wie z. B. der *Lychnis diurna* und *vespertina*, lässt sich durch Bastardbefruchtung am leichtesten entscheiden, denn, wenn solche Arten mit anderen (d. h. mit einer dritten Art) keine verschiedenen, sondern die gleichen Bastarde liefern, so zeugt dies nur von einem Varietätsunterschied, im anderen Falle liegt der Beweis vor, dass die innere Natur solcher dem Aeusseren nach nahe verwandter Arten specifisch verschieden ist. So geben die beiden genannten *Lychnis*-Arten mit *Cucubalus viscosus* ganz verschiedene Bastarde. Merkwürdig nennt Gärtner es jedoch, dass solche Arten in anderer Beziehung, namentlich in Hinsicht auf die Farbe der Blumen, wenn sie gegenseitig durch Bastardbefruchtung verbunden werden, sich wie Varietäten verhalten. Auch in Bezug auf die Umbiegung der Zähne der Kapsel beim Reifen verhält sich *L. vespertina* als eine Varietät, und zwar als eine retrogressive Varietät einer Art mit dem Merkmal der *L. diurna* (vergl. oben S. 191).

Wir wollen jetzt das in diesem Beispiele hervortretende Princip von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus besprechen.

Es waltet in der Literatur die Auffassung vor, dass Formen, welche sich gegenseitig leicht befruchten, dabei einen normalen Samenertrag geben und fruchtbare Bastarde bilden, als Varietäten einer und derselben Art zu betrachten sind. Formen dagegen, welche sich nur mit herabgesetzter Fruchtbarkeit sexuell verbinden lassen, und deren Bastarde selbst von geringerer Fertilität sind als die Stammarten, betrachten die meisten Forscher als specifisch getrennt. Diese Sätze

[1] Vergl. die historische und kritische Behandlung bei R. Allen Rolfe, *Hybridisation viewed from the standpoint of systematic botany.* Journ. Roy. Hort. Soc. April 1900. p. 197.

[2] Gärtner a. a. O. S. 581—582.

haben von Kölreuter und Gärtner bis auf unsere Zeit als Grundlage für die einschlägigen Erörterungen gedient, und auch Darwin stützt sich in dieser Frage vorwiegend auf sie.[1] Abgeleitet aus einer breiten Erfahrung und aus einer gründlichen systematischen Kenntniss geben sie zweifelsohne die Principien an, welche Aussicht haben, in den weitesten Kreisen Anerkennung zu finden. Deshalb verdienen sie als Ausgangspunkt unserer kritischen Betrachtungen in den Vordergrund gestellt zu werden, und handelt es sich nicht darum, sie umzustürzen oder durch andere zu ersetzen, sondern einfach um ihnen jene schärfere Fassung zu geben, welche die jetzigen Kenntnisse der Bastardirungsvorgänge unumgänglich nothwendig machen.

Wir gehen dabei ferner von dem oft citirten Satze aus, dass Varietäten nur kleine Arten sind.[2] Das heisst, dass der Unterschied zwischen Arten und Varietäten kein principieller, sondern nur ein gradueller oder vielmehr conventioneller sei. Auch schliesse ich meine ganze Erörterung den im ersten Bande gegebenen Eintheilungen an, nach denen die zu Grossarten verbundenen Formen hauptsächlich zwei sind (S. 455):

1. Ebenbürtige Formen oder elementare Arten.
2. Abgeleitete Formen oder echte Varietäten.

Die Entstehung der elementaren Arten beruht nach den Auseinandersetzungen des § 7 (Bd. I, S. 456) auf der Neubildung von elementaren Eigenschaften, also auf deren numerischer Zunahme, die echten Varietäten unterscheiden sich von ihrer Art durch die Latenz bestimmter Merkmale, sei es, dass diese in dem Typus der Art activ und in der Varietät latent sind, sei es, dass sie im ersteren latent oder semilatent vorkommen und bei der Entstehung der Varietät activ oder semi-activ werden. Den dort benutzten Bezeichnungen gemäss entstehen also die elementaren Arten durch progressive, die abgeleiteten Varietäten aber durch retrogressive und degressive Artbildung (S. 460).

Versuchen wir es nun, mit diesen Unterscheidungen die Erfahrungen der Bastardlehre zu verbinden, so haben wir gesehen, dass die beiden Hauptabtheilungen der Bastarde mit diesen beiden systematischen Gruppen im Wesentlichen übereinstimmen. Die Mendel'schen Bastarde entsprechen der retrogressiven und degressiven Artbildung und somit den echten Varietäten, die unisexuellen Bastardirungen entsprechen

---

[1] Vergl. auch Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 436, 446—502, 451 u. s. w.
[2] Vergl. Bd. I, S. 119 und oben S. 644.

der progressiven Artbildung und somit den elementaren Arten.

Ueber diesen wichtigen Punkt kann eine Meinungsverschiedenheit kaum bestehen. Aber er deutet nur das Princip und nicht etwa die Anwendung in den einzelnen Fällen an. Im Grunde ist dieser Satz auch ja nur eine andere Fassung des oben angeführten Satzes über die Fruchtbarkeit der Kreuzungen und der Hybriden. Denn die MENDEL'schen Bastarde haben im Allgemeinen dieselbe Fruchtbarkeit wie ihre Stammeltern, und auch bei der Kreuzung dieser letzteren vermindert sich die Ernte nicht. Erst bei den unisexuellen Verbindungen nimmt mit abnehmender Verwandtschaft auch die Fertilität ab.

Seitdem in den letzten Jahren die Arbeit MENDEL's wieder die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat, ist diese Beziehung immer klarer an's Licht getreten; sie konnte wohl keinem Forscher entgehen. Die Unterscheidung von zwei Gruppen von Bastarderzeugung und ihr Zusammenhang mit den systematischen Eintheilungen wurde am ausführlichsten von TSCHERMAK besprochen, der es versuchte, darauf eine „allerdings wohl nicht durchgreifende" Unterscheidung von Artbastarden und Varietätsmischlingen zu gründen.[1]

Wir betrachten das Princip, auch in seiner neuen Fassung, somit als gesichert und wenden uns jetzt zu der Frage, weshalb die Unterscheidung keine durchgreifende sei. Ich werde dabei aus verschiedenen Gründen die Mutationskreuzungen, welche auch TSCHERMAK zu den Artbastardirungen rechnet, ausser Betracht lassen, und die MENDEL'schen Bastarde, im Anschluss an MACFARLANE's Bezeichnungsweise, bisexuelle nennen, indem ich den Namen der unisexuellen Kreuzungen in dem oben erörterten Sinne dieses letzteren Forschers beibehalte. Somit gäben, um es möglichst kurz auszudrücken, die bisexuellen Kreuzungen Varietätbastarde (Blendlinge), die unisexuellen aber Artmischlinge (Hybriden im engeren Sinne).

Aber offenbar ist eine Einschränkung erforderlich. Und gerade darin liegt der Angelpunkt der ganzen Frage, der Grund der von Jedem bei der Verwerthung der Bastardlehre in der Systematik empfundenen Schwierigkeiten. Die Einschränkung aber lautet: Die Unterscheidung gilt für die Monohybriden; für die Di-Polyhybriden aber nur, soweit sie sich diesen anreihen lassen.

[1] E. TSCHERMAK in der dritten Anmerkung zu seiner Ausgabe von *MENDEL's Versuchen über Pflanzenhybriden.* S. 58.

Als Monohybriden haben wir jene Bastarde bezeichnet, deren Eltern sich nur in einer einzigen elementaren Eigenschaft von einander unterscheiden. Monohybriden giebt es selbstverständlsch sowohl auf dem Gebiete der unisexuellen als auf jenem der bisexuellen Kreuzungen. Jede einzelne monohybride Kreuzung kann aber offenbar nur einer dieser beiden Gruppen angehören. Ist sie bisexuell, verläuft sie nach den Mendel'schen Gesetzen, so lässt sie die Zusammengehörigkeit der beiden Stammeltern ohne Weiteres als Varietäten erkennen.[1] Ist sie unisexuell, so handelt es sich um elementare Arten, von denen die eine aus der anderen hervorgegangen sein muss.

Die Di-Polyhybriden sind Bastarde, deren Eltern von einander in zwei oder mehreren elementaren Eigenschaften abweichen. Hier sind nun offenbar zwei Fälle zu unterscheiden. Wir beschränken uns zunächst auf die Dihybriden. Erstens können die beiden Differenzpunkte derselben Hauptgruppe angehören und in den Kreuzungen und deren Producten somit denselben Gesetzen folgen. Würde jede von ihnen z. B. den Grad der elterlichen Verwandtschaft als „Varietät" betrachten lassen, so werden beide es offenbar zusammen auch thun. So ist z. B. *Papaver somniferum polycephalum Danebrog* als eine Varietät zu betrachten, ebenso, aller Analogie nach, *Calliopsis tinctoria pumila purpurea* (Bd. I, S. 139), und bleiben namentlich die zusammengesetzten Blüthenfarben, welche sich bei Kreuzungen in ihre Componenten zerlegen und aus diesen wieder aufbauen lassen, innerhalb des Gebietes der Varietäten.

Ebenso wären Formen, deren eine in progressiver Richtung durch zwei Schritte bezw. Mutationen aus der anderen entstanden wäre und deren Kreuzungen den Gesetzen der unisexuellen Verbindungen folgten, gewiss von einander als elementare Arten zu unterscheiden.

Es kann aber auch vorkommen, dass zwei Formen sich zwar nur in zwei Punkten unterscheiden, dass sie aber in Bezug auf den einen eine bisexuelle, in Bezug auf den anderen eine unisexuelle Verbindung geben würden, wie in dem oben angeführten Beispiele der *Lychnis vespertina* × *diurna*. Das eine Merkmal würde in den Bastarden den Mendel'schen Gesetzen folgen, das andere aber eine

---

[1] Und zwar unabhängig von der Frage nach der Nomenclatur. So ist z. B. *Chelidonium laciniatum Mill.*, auch wenn man diesen bequemeren Namen beibehalten will, nach Obigem als eine Varietät von *C. majus* zu betrachten. Vergl. Bd. I, S. 456. Es wäre überhaupt wünschenswerth, dass man auf die Abhängigkeit der Nomenclatur von den gerade herrschenden systematischen Auffassungen verzichtete.

constante Mittelform bilden.[1] Nach dem ersteren würde sich der eine Elter zum anderen verhalten als eine abgeleitete Varietät, nach dem anderen als eine ebenbürtige elementare Art.

Genau dasselbe muss, und zwar in noch höherem Maasse, von den Tri-Polyhybriden gelten. Die Differenzpunkte ihrer Eltern können alle unisexuelle, oder alle bisexuelle sein, oder aber gemischte. Im ersteren Falle wird man das Verhältniss als zu den elementaren Arten, im zweiten als zu den Varietäten gehörig betrachten. Im dritten aber lässt uns das Princip offenbar im Stich.

Gerade dieser dritte Fall scheint aber in der Natur weitaus der allgemeinste zu sein. Bei den Bastardirungsversuchen ist man, wenn man überhaupt die Gesetze ermitteln will, in der Regel verpflichtet, sein Augenmerk nur auf bestimmte Differenzpunkte zu richten und andere als nebensächlich ausser Betracht zu lassen. So verhielt es sich bereits bei den Erbsenkreuzungen von Mendel, ebenso liegt die Sache bei den Maisrassen, welche sich ja auch nicht ausschliesslich in Varietätmerkmalen von einander unterscheiden, ebenso für *Lychnis vespertina* und *diurna* und viele andere Fälle.

Es würde zu weit führen, diese Erörterungen hier in allen Einzelheiten auszumalen und mit Beispielen zu belegen. Der Sinn ist, glaube ich, wohl Jedem klar. Er lässt sich am einfachsten wiedergeben, wenn man die Eigenschaften, welche nach Mendel's Gesetzen kreuzen, kurzweg Varietätseigenschaften, die unisexuellen kurzweg Artmerkmale nennt. Man erhält dann diese allgemeinere Form für unseren für *Lychnis* aufgestellten Satz (S. 646): Zwei verwandte Formen können sich von einander gleichzeitig durch Varietäteigenschaften und durch Artmerkmale unterscheiden.

Sind sie deshalb als Varietäten oder als Arten zu bezeichnen? Hier sind wir an die Grenze zwischen den Thatsachen und den conventionellen Bestimmungen angelangt. Hier liegt der Kreuzpunkt, den Goethe in seinen bekannten Versregeln andeutet: „Dich im Unendlichen zu finden, Musst unterscheiden und dann verbinden.“ Das Unterscheiden ist objectiv, das Verbinden aber subjectiv. Ersteres ist das unmittelbare Ergebniss der Forschung, in unserem Falle einerseits der systematischen Studien, andererseits der Bastardirungsversuche. Das Verbinden aber ist Sache des sogenannten Taktes,

[1] Ich erinnere hier an die oben beschriebene *Oenothera Pohliana* (*O. lata* × *brevistylis*), deren *Lata*-Merkmal sich wie eine Mutationskreuzung, deren Kurzgriffeligkeit sich aber wie ein Mendel'sches Bastardirungsmerkmal verhält (vergleiche oben III, § 11, S. 435).

es soll bestimmten Zwecken dienen und namentlich die Uebersicht über die Formen und das gegenseitige Verständniss ermöglichen.

Es ist nicht meine Aufgabe, hier näher auf die systematischen Eintheilungen einzugehen oder bestimmte Vorschläge zu machen.[1] Ich habe nur die thatsächlichen Verhältnisse klar legen wollen. Diese aber führten uns wiederum zu der Ueberzeugung, dass auch hier eine klare Einsicht nur auf Grund der Mutationstheorie gewonnen werden kann. Nur wenn man das Bild der Art in seine einzelnen Factoren, die elementaren Eigenschaften, zu zerlegen versucht, gelingt es, in den so sehr complicirten Artbegriff eine Einsicht zu erlangen, welche mit den Thatsachen in Einklang ist und sich auf Versuche stützt.

Wohl bin ich mir bewusst, dass die jetzt vorhandenen Versuche bei Weitem nicht ausreichen und dass sehr Vieles noch zu thun übrig bleibt. Zahllose Kreuzungsversuche, nach den neueren Methoden angestellt, sind erforderlich, um der Systematik die Grundlage zu bieten, auf der sie weiter bauen kann. Die Unterscheidung von elementaren Eigenschaften bildet dabei das leitende Princip, das auch künftighin gewiss auf diese Forschungsrichtung befruchtend einwirken wird.

§ 4. Der praktische Artbegriff.

Als Arten bezeichnen wir sowohl die Collectivarten wie auch die elementaren Arten. Und diese Zweideutigkeit des Wortes ist so tief in der Geschichte der beschreibenden Wissenschaften eingewurzelt, dass es wohl nie gelingen wird, sie gänzlich zu beseitigen. Bereits Linné hat die beiden Begriffe zusammengeworfen, und während der Eine aus seinen Schriften zu der Ueberzeugung gelangt, dass für ihn die Collectivarten die wirklichen Arten waren,[2] fassen Andere seine Stellung anders auf und meinen, dass er bei der Aufstellung des Artbegriffes im Wesentlichen die wirklichen Einheiten der Natur im Auge gehabt hat.[3]

---

[1] Sollten sich zwei Formen ausschliesslich in „Varietätmerkmalen“ von einander unterscheiden, deren aber sehr viele aufweisen, so würden sie wohl auch als Arten zu trennen sein. Auch hier ist die Grenze eine willkürliche. Und auch grössere Gruppen, ja vielleicht ganze Familien, können unter ihren Differenzen mitunter solche aufweisen, welche jenen „Varietätmerkmalen“ angehören.

[2] Vergl. Bd. I, S. 13.

[3] S. Belli, *Observations critiques sur la réalité des espèces en nature au point de vue de la systématique des végétaux.* 1901.

Der Grundgedanke, von dem wohl alle Forscher ausgehen, ist dieser: „Die Species allein stellen die wahrhaft realen Begriffe dar.“[1] Was aber die wahrhaft realen Begriffe sind, darüber gehen die Meinungen auseinander. „On ne peut pas douter,“ sagt DE CANDOLLE, „que le groupe appelé espèce par l'illustre Suédois ne fut, dans sa manière de voir, une association de formes voisines.“[2] Dagegen gründete JORDAN bekanntlich seine Auffassung der kleineren oder elementaren Arten als wirkliche Arten gerade auf denselben Grundsatz. Das Bedürfniss, als Art etwas Reelles zu bezeichnen, ist überall entscheidend, die Realität ist aber für die beschreibende Wissenschaft bis jetzt eine andere als für die experimentelle Forschung.

Es wäre allerdings wünschenswerth, sich darüber zu einigen, nur eine von den beiden genannten Gruppen Art zu nennen. Es fragt sich nur welche. Die ältere Ansicht und die populäre Auffassung wollen die grösseren Abtheilungen als Arten andeuten und wählen für die kleineren den Namen Unterarten.[3] Doch bedeutet Unterart nun einmal keine Einheit, sondern eine Gruppe von solchen, welche genau so zusammengesetzt und nur kleiner ist als die Art selbst (Bd. I, S. 452, 453). Die neuere Forschungsrichtung geht immer mehr darauf hinaus, die kleineren Typen als Arten zu bezeichnen, und überall, wo man nach dem Beispiele JORDAN's auf die Constanz im Versuche den Hauptwerth legt, muss diese Ansicht vorwalten. Ihre Bedeutung für die beschreibenden Wissenschaften ist jüngst von BELLI in klarer und überzeugender Weise auseinandergesetzt worden,[4] und dürfte jetzt die grössere Aussicht haben, auch von den besten Systematikern anerkannt zu werden.

Man hat vorgeschlagen, die Collectivarten demgegenüber mit einem besonderen Namen zu belegen und das Wort Stirps dazu gewählt. Diese Bezeichnung wird in diesem Sinne von verschiedenen Systematikern angewandt,[5] und BELLI hat eine lange Reihe von historischen und kritischen Argumenten für diese Methode angeführt. Im Deutschen würde sich Stirps vielleicht am besten mit Sippe übersetzen lassen,[6]

---

[1] C. NÄGELI, *Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art.* 1865. S. 31.

[2] ALPH. DE CANDOLLE, *Archiv. des sc. de la bibl. Universelle.* Genève, févr. 1878. T. LXI. p. 4.

[3] Ich lasse im Folgenden die Varietäten, in dem Sinne unserer vorigen Paragraphen aufgefasst, gänzlich bei Seite.

[4] S. BELLI a. a. O.

[5] Z. B.: H. LÉVEILLÉ, *Monographie du genre Onothera.* 1902. I, S. 72, 106 u. s. w.

[6] *Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten.* Leipzig. Veit & Comp. 1901. S. 14.

obgleich auch dieses Wort von verschiedenen Forschern in verschiedenem Sinne angewandt worden ist und sich vielleicht eine bessere Uebersetzung würde finden lassen.[1] Jedenfalls ist es wünschenswerth, in dieser Richtung eine Entscheidung zu treffen, und werden die Ausführungen BELLI's dazu die Grundlage abgeben können. Doch liegen Nomenclaturfragen mir fern und überlasse ich die Entscheidung gern Anderen.

Wir kommen jetzt auf die praktische Umschreibung des Artbegriffes.

Die beschreibenden Wissenschaften brauchen eine Definition, welche von Kreuzungsversuchen durchaus unabhängig ist. Die am allgemeinsten angenommene Form gründet sich auf das Fehlen oder Vorhandensein von Uebergängen, wie bereits im ersten Bande erörtert wurde. Gruppen von Individuen, welche durch Uebergänge mit einander verbunden sind, fasst man als Arten auf; wo Lücken in der Reihe sich vorfinden, sind die Grenzen der Arten zu legen.[2] Ohne eine solche Vorschrift wäre die Beschreibung von Arten nach dem Studium eingesammelten Materiales unmöglich, und sie wurde denn auch seit DE CANDOLLE von den besten Systematikern immer angewandt. Nur wo directe Versuche sich ausführen lassen, verhält die Sache sich offenbar anders.

Nur kurz möchte ich zwei Schwierigkeiten hervorheben. Erstens pflegen gerade die besten Varietäten nicht durch Uebergänge mit der Mutterart verbunden zu sein, und zweitens bewirkt die oft besprochene transgressive Variabilität häufig eine Verwischung von Grenzen, welche thatsächlich vorhanden sind. Die Aufsuchung dieser, bei der beschreibenden Methode oft verschwindenden Grenzen muss also stets dem experimentellen und statistischen Studium vorbehalten bleiben. DE CANDOLLE spricht in solchen Fällen von vorläufigen Arten, und das wohl mit Recht.[3]

---

[1] Vergl. für MENDEL, NÄGELI und PETER in diesem Band S. 189 und sonst; ferner C. CORRENS, *Scheinbare Ausnahmen von der MENDEL'schen Spaltungsregel für Bastarde.* Ber. d. d. bot. Ges. 1902. Bd. XX, Heft 3. S. 170. Ders., Ber. d. d. bot. Ges. 1901. Bd. XIX. S. 77, Note 1 und die *Monographie der Mais-Bastarde* desselben Verfassers, S. 1 und WETTSTEIN, *Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik.* 1898. S. 3.

[2] Vergl. z. B. *Année Biologique.* IV, 1898, p. 470; V, 1899, p. 377 und fast überall an den betreffenden Stellen. Ebenso BORRADAILLE, *On Crustacians.* 1901. p. 193. GRISEBACH, *Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung.* 1872. S. 9, u. s. w.

[3] ALPH. DE CANDOLLE, *La Phytographie.* p. 98, 167.

§ 5. Der Parallelismus zwischen der systematischen und der sexuellen Verwandtschaft.

So lange die Abstammungslehre allgemein anerkannt wird, besteht die Forderung, dass die systematischen Eintheilungen der Ausdruck der verschiedenen Grade der Blutsverwandtschaft zwischen den Organismen sein sollen. Aber bereits vor Darwin's bahnbrechenden Arbeiten hatte man erkannt, dass die Anforderungen an die Systematik als beschreibende und classificirende Wissenschaft andere sind, als die Frage nach der wirklich vorhandenen Verwandtschaft. Diese letztere zu erforschen und womöglich die Eintheilungen des Systems mit ihr in Einklang zu bringen, war die Aufgabe, deren Lösung man gleich vom Anfang an von den Bastardirungsversuchen erwartet hat.

Das Ergebniss hat aber diesen Erwartungen nicht entsprochen. In ungezwungener Weise lassen sich die Erfahrungen der Systematik und der Bastardlehre bis jetzt noch nicht vereinigen. Nägeli hat diesen Widerspruch zum klaren Ausdruck gebracht, indem er den Begriff der sexuellen Verwandtschaft aufstellte. Der Grad dieser Wahlverwandtschaft zwischen zwei Typen wird erstens durch den Grad ihrer Fruchtbarkeit bei gegenseitiger Kreuzung und zweitens durch den Grad der Fruchtbarkeit der daraus hervorgegangenen Bastarde bestimmt.

Die einfachste Form, auf die man versucht hat, den Parallelismus zwischen der systematischen und der sexuellen Verwandtschaft zurück zu führen, ist die folgende: 1. Pflanzen, welche mit einander fruchtbar gekreuzt werden können, gehören stets zu derselben Gattung. 2. Pflanzen, deren Fruchtbarkeit bei der Kreuzung nicht vermindert wird, gehören zu derselben systematischen Art (oder Grossart). Beide Sätze sind sehr beliebt und von hervorragenden Forschern vertheidigt worden; sie haben aber das Bedenkliche, dass sie nicht umgekehrt werden können.

Betrachten wir zuerst den ersteren Satz. Er leugnet die Existenz von Hybriden zwischen verschiedenen Gattungen, von sogenannten Gattungsbastarden. Er rührt aus jener Zeit und von jenen philosophisch angelegten Geistern her, für welche die Gattungen als erschaffen, die Arten aber als auf natürlichem Wege aus ihnen hervorgegangen galten. Diese Schule der Transmutationisten haben wir bereits im ersten Bande (S. 12) in ihrer historischen Bedeutung geschildert. Von ihnen rührt auch die oben bereits besprochene Ansicht her, dass innerhalb der Gattungen Arten nicht nur durch den normalen Evolutionsprocess entstehen, sondern dass daneben

auch, aus den so gebildeten Arten, durch Kreuzungen neue Formen hervorgebracht werden können. W. HERBERT ist wohl der hervorragendste Vertreter dieser Auffassung,[1] welche später namentlich von GODRON vertheidigt worden ist. Dieser letztere Forscher bezeichnet alle Gattungen, deren Arten mit denen verwandter Genera sich bastardiren lassen, als künstlich, und hat ein umfangreiches Thatsachenmaterial zur Begründung dieser Meinung zusammengebracht.[2]

Gegen den erwähnten Satz ist im Grunde nicht viel einzuwenden, und seine Anerkennung würde nur in verhältnissmässig wenigen Fällen zur Erweiterung von Gattungen führen, in sehr zahlreichen aber von den in den letzten Jahren wiederum so beliebten Spaltungen der Genera, und Erhebungen von Untergattungen zu Gattungen zurückhalten.

In der Praxis aber hat sich die Durchführung des HERBERT'schen Satzes als eine Unmöglichkeit ergeben. Anfangs gab es nur wenige solcher Gattungsbastarde. Aber ihre Zahl hat allmählich bedeutend zugenommen, zum Theil allerdings durch die soeben erwähnten Spaltungen von Gattungen, zum Theil aber auch durch die Erweiterung der Erfahrungen auf dem experimentellen Gebiete. *Berberis* und *Mahonia* (vergl. *B. Neuberti,* S. 50, Fig. 10) könnte man wohl zu einer Gattung vereinigen; die vorgeschlagene Vereinigung von Roggen und Weizen, zwischen denen RIMPAU einen Bastard gewonnen hat,[3] zu der Gattung *Fromentum* dürfte wohl nur geringen Beifall finden, und die Thatsache, dass BURBANK in Californien in sehr umfangreichen Kreuzungen ein einziges Exemplar eines Bastardes zwischen *Nicotiana* und *Petunia,* den er *Nicotunia* nennt, erzielt hat,[4] wird wohl kaum je als ausreichender Grund für eine systematische Vereinigung dieser beiden Gattungen gelten. Die bigeneren Bastarde erreichen in der Familie der Orchideen jetzt ungefähr die Zahl von 150, namentlich zwischen den Gattungen *Laelia, Cattleya, Epidendrum* und *Sophronitis,* sowie zwischen *Zygopetalum, Colax* und *Batemannia.*[5]

---

[1] W. HERBERT, *Amaryllidaceae, with a Treatise upon Cross-bred Vegetables.* London 1837. p. 337 u. s. f. Vergl. auch GÄRTNER a. a. O. S. 152 und NÄGELI, *Sitzungsber. d. k. Bayr. Akad. d. Wiss.* 15. Dec. 1865. S. 400.

[2] A. GODRON, *De l'espèce et des races dans les êtres organisés.* 1859. T. I, p. 225—236 und *Mém. Acad. Stanislas* à Nancy, 1862. p. 296—298.

[3] W. RIMPAU, *Kreuzungsprodukte landwirthschaftlicher Culturpflanzen.* Landwirthsch. Jahrb. 1891. S. 20 und Tafel VI. Fig. 58.

[4] LUTHER BURBANK, *New Creations in fruits and flowers.* BURBANK'S Experiment grounds (Santa Rosa, California). 1893. Mit einer Abbildung der *Nicotunia.*

[5] C. C. HURST, *Journ. Roy. Hort. Soc.* Vol. 24, p. 102 and 125.

Die praktischen Schwierigkeiten, welche sich gegen HERBERT's Auffassung erheben, sind einerseits die Thatsache, dass die Grenzen der Möglichkeit hybrider Verbindungen durchaus unscharfe sind, andererseits der vielfach erhobene Einwand, dass Bastardirungen doch immer nur Ausnahmen sind, und dass das Princip also überall da im Stich lässt, wo solche nicht gelingen. In Bezug auf ersteren Punkt ist zu bemerken, dass es zahlreiche Hybriden giebt, welche man nicht künstlich zum zweiten Male machen kann, wie z. B. *Ribes Gordonianum*, mit anderen Worten, dass manche Bastardirungen zwar durch Zufall, aber nicht in dem beschränkten Umfange eines Experimentes gelingen. Die Unmöglichkeit fruchtbarer Kreuzungen wird deshalb wohl niemals experimentell zu beweisen sein. In Bezug auf den zweiten Punkt erinnere ich nur daran, dass es in weitaus den meisten Gattungen überhaupt keine Artbastarde giebt, dass dort also alle Anhaltspunkte für die Abgrenzung der Gattungen nach diesem Princip vollständig fehlen.

Wir kommen jetzt zu den Arten. Bereits KÖLREUTER stellte den Satz auf, dass innerhalb dieser Gruppen die Kreuzungen fruchtbar seien und durchaus fruchtbare Nachkommen gäben, und dass zwischen den Arten die Fertilität der Kreuzungen oder wenigstens diejenige der erzeugten Bastarde fehle. GÄRTNER und wohl die meisten späteren Forscher haben sich dieser Ansicht angeschlossen, nur stellen sie an die Stelle der fehlenden die verminderte Fruchtbarkeit als Merkmal für die Artgrenzen.[1]

Aber auch von diesen Principien giebt es so zahlreiche Ausnahmen, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, sich über ihre Anwendung zu einigen. Die sexuelle Affinität ist zwar im Grossen und Ganzen der systematischen parallel, aber im Einzelnen nur zu oft nicht.[2] NAUDIN betrachtete diese Abweichungen von der Regel als Ausnahmen[3] und ABBADO und mehrere andere Forscher haben es der Bastardlehre zur Aufgabe gestellt, die Ursachen dieser Ausnahmen in den einzelnen Fällen an's Licht zu bringen.[4]

Diese Ursachen können im Allgemeinen zu zwei durchaus verschiedenen Gruppen gehören. Denn einerseits können sie von ungenügenden systematischen Kenntnissen herrühren, andererseits aber von der Unzulänglichkeit der Experimente über die Kreuzungen. In Bezug auf ersteren Punkt bemerke ich, dass die Systematik zwar

[1] GÄRTNER a. a. O. S. 163—164, 578—579 u. s. w.
[2] Vergl. MURBECK, *Botaniska Notiser.* 1901. p. 214.
[3] CH. NAUDIN, *L'Hybridité dans les végétaux.* 1869. p. 145.
[4] ABBADO, *L'ibridismo nei vegetali.* 1898. p. 48.

häufig den latenten Eigenschaften Rechnung trägt, aber dass es selbstverständlich keineswegs immer möglich ist, auf systematischen Gründen zu entscheiden, ob eine Eigenschaft, welche man nicht sieht, wirklich völlig fehlt oder nur im inactiven Zustande verkehrt. Und doch wird die Latenz als retrogressive Metamorphose, und also häufig als das Merkmal einer Varietät, das Fehlen aber als eine phylogenetisch ältere Stufe, und also zumeist als Artcharakter aufgefasst (vergl. Bd. I, S. 460).

Man kann jetzt eine Pflanze, in welcher irgend eine Eigenschaft activ ist, entweder kreuzen mit einer solchen, der dieser Charakter auch als innere Anlage fehlt, oder mit einer Art bezw. Varietät, in der das betreffende Merkmal als Anlage vorhanden, aber inactiv, latent ist. Im Aeusseren bieten zwei solche Kreuzungen keinen Unterschied, ihrem inneren Wesen nach sind sie sich aber gerade entgegengesetzt. Es lässt sich also erwarten, dass ihre Folgen verschiedene sein werden. Die Kreuzung activ × fehlend ist eine unisexuelle und wird voraussichtlich zur Halbirung der sichtbaren Merkmale im Bastard führen; die Kreuzung activ × latent ist eine bisexuelle und folgt, wenigstens in den gewöhnlichen Fällen, den Mendel'schen Gesetzen. Vielleicht wird eine genauere Untersuchung in dieser Weise manche der Widersprüche lösen, welche jetzt noch gegen den Parallelismus der systematischen und der sexuellen Verwandtschaft erhoben werden können. Als Beispiel führt Focke u. a. das Folgende an:[1] „*Silene vulgaris* und *S. maritima*, *Capsella rubella* und *C. bursa pastoris*, *Phaseolus vulgaris* und *Ph. multiflorus* oder die *Diplacus*- (*Mimulus*-)Arten scheinen morphologisch nicht mehr von einander unterschieden zu sein, als etwa *Tropaeolum majus* und *Tr. minus*, *Nicotiana latissima* und *N. Marylandica*, *N. rustica* und *N. Texana* oder *Pisum sativum* und *P. arvense*. Und doch zeigen die Mischlinge in dem einen Falle alle Eigenschaften von Bastarden, in dem anderen alle Merkmale von Blendlingen.“ Focke fasst seine Erörterungen über diesen Gegenstand in dem Schlusssatze zusammen, dass systematisch wahrscheinliche Kreuzungen sehr oft misslingen, während unwahrscheinliche zuweilen gelingen (a. a. O. S. 457).

Der Unterschied zwischen Mendel'schen und unisexuellen Kreuzungen sollte also auch nach dieser Betrachtungsweise die Grundlage werden, um zu entscheiden, was man als Arten, und was man als Varietäten zu bezeichnen hat.

Aber auch die sexuelle Affinität giebt nicht immer zuverlässige

[1] Focke a. a. O. S. 448.

Anhaltspunkte. Erstens fand Gärtner ganz allgemein die Fruchtbarkeit, d. h. die Anzahl der in einer Kapsel reifenden Samen, bei entgegengesetzten Kreuzungen verschieden. Sie wird somit nicht allein durch jene Verwandtschaft, sondern offenbar auch noch durch andere Ursachen bestimmt. Unter diesen ist die Länge des Griffels wohl die am meisten bekannte, auch haben die Untersuchungen Burck's über die Concentration und die Reizmittel der Narbensäfte höchst wichtige Aufklärungen gebracht.[1] In den extremen Fällen gelingt die eine Kreuzung leicht, die andere aber nicht, wie z. B. *Mirabilis Jalapa* × *longiflora*, *Geum urbanum* × *rivale*, *Sophronitis* × *Cattleya* u. s. w. Zweitens gelingt die Kreuzung bisweilen, trotz offenbar sehr naher Verwandtschaft, nicht, wie z. B. zwischen *Anagallis arvensis* und *coerulea* (Gärtner).

Es lohnt sich nicht, hier dieses Thema weiter auszumalen. Es ist zu wiederholten Malen behandelt und namentlich von Focke in seinen Pflanzenmischlingen in erschöpfender Weise dargestellt worden. Als Hauptergebniss darf man wohl den Satz aussprechen, dass die meisten Schriftsteller im Grunde überzeugt sind, dass systematische und sexuelle Affinität, wenn beide richtig aufgefasst werden, durchaus parallel gehen, ja eigentlich ihrem inneren Wesen nach nur eine und dieselbe Sache sind, dass es aber bis jetzt nicht gelungen ist, die vorhandenen Ausnahmen von diesem Parallelismus aufzuklären.

Die Hauptfrage ist schliesslich die, ob sich die Diagnosen der Arten und Varietäten allmählich auf die elementaren Eigenschaften als Einheiten werden zurückführen lassen, und ob die sexuelle Verwandtschaft von der Anzahl dieser Differenzpunkte bestimmt wird. Gärtner hat bereits darauf hingewiesen, dass die Gattungen, in denen man die meisten Bastarde gewonnen hat, jene sind, welche an sehr nahe verwandten Arten am reichsten sind (a. a. O. S. 168). Nägeli hat diesen Gedanken weiter ausgeführt und ihm folgte namentlich Sachs in seinem *Lehrbuch der Botanik.* Auch Abbado, Hurst, Gillot und viele Andere haben sich diesem Gedankengange angeschlossen. Nach ihren Ausführungen könnte man den Satz von dem Parallelismus zwischen der systematischen und der sexuellen Verwandtschaft auch so fassen, dass man sagt, dass die Fruchtbarkeit der Kreuzungen bezw. der Kreuzungsprodukte im Grossen und Ganzen um so mehr abnehme, als die Anzahl der Differenz-

[1] W. Burck, *Over de beweging der Stempels by Mimulus en Torenia.* Sitzungsber. d. Kon. Akad. d. Wiss., Amsterdam 1901 und in früheren Abhandlungen.

punkte, d. h. also der die Differenzen bildenden elementaren Eigenschaften zunehme.[1] Doch bedarf es noch vieler Untersuchungen, um eine kritische Behandlung und experimentelle Begründung dieser Vermuthung zu ermöglichen.

II. Der Geltungsbereich der Mutationslehre.

§ 6. Die Tragweite der bisherigen Erfahrungen.

Die Mutationslehre betont gegenüber der jetzt herrschenden Selectionslehre die hohe Bedeutung der sprungweisen oder stossweisen Aenderungen und betrachtet nur diese als artbildend. Die DARWIN'sche Form der Selectionstheorie erkennt sowohl diese wie namentlich die fluctuirenden Variationen als thätig bei der Entstehung neuer Arten an, während WALLACE das andere Extrem vertheidigt, nach welchem die Bildung der Arten nur auf langsamer, gradweiser Veränderung beruht.

Dementsprechend verhalten sich diese beiden Richtungen der Mutationslehre gegenüber verschieden. Die Anhänger WALLACE's verwerfen sie durchaus; die der DARWIN'schen Form beipflichtenden Autoren sind ihr weniger bestimmt feindlich, manche haben sie sogar mit grossem Wohlwollen begrüsst.

Da diese beiden Richtungen sich in den Kritiken, welche über den ersten Band dieses Werkes bisher veröffentlicht wurden, deutlich aussprechen, so möchte ich sie hier kurz besprechen, um damit die Hauptfragen, um welche sich der Streit voraussichtlich drehen wird, möglichst klar zu stellen.

Die extremen Gegner behaupten, dass es keine Mutationen gebe. „Natura non facit saltus." Was als stossweise Aenderungen beschrieben wird, seien nur die äussersten Abweichungen der gewöhnlichen Variabilität. Denn je weiter diese sich vom Mittel entfernen, um so seltener sind sie, durch um so grössere Intervalle sind sie von einander getrennt. Die Anzahl der Blumenblätter von *Ranunculus bulbosus semiplenus* schwankt um 9—10, erreichte mehrfach 14, sehr selten 20—23 und nur in einem Falle mehr, und zwar 31 (Bd. I, S. 588). Die Lücke zwischen 23 und 31 ist aber kein Sprung; sie ist eine völlig normale, auf diesem Theile der QUETELET'schen Curve auch sonst ganz gewöhnliche. In dieser Weise

[1] Vergl. auch die Stammbaumfigur der *Oenothera*-Kreuzungen auf S. 470.

habe man sich immer die beobachteten Lücken in der Variabilität und somit auch die sogenannten Sprünge oder Stösse zu erklären, sie seien immer nur extreme Varianten von Reihen, welche bei weiterer Untersuchung sich als continuirliche ergeben würden.

Diese Auffassung wird meiner Ansicht namentlich von Morphologen[1] und Statistikern[2] entgegengehalten. Mit den Erfahrungen des Gartenbaues ist sie, wie namentlich in der letzten Zeit Korschinsky gezeigt hat,[3] durchaus im Widerspruch, und meine Beobachtungen mit *Oenothera* lehren sowohl durch das Fehlen der Uebergänge als durch die Stabilität der neuen Arten ohne Weiteres, dass wenigstens hier echte Mutationen vorliegen. Die Schwierigkeiten, welche sich einer übereinstimmenden Auffassung entgegenstellen, liegen meiner Ansicht nach zum grossen Theile auf dem Gebiete der transgressiven Variabilität, die ja so oft der morphologischen Beobachtung Uebergänge vortäuscht, welche erst im Experiment ihre wahre Natur verrathen.

Unter denjenigen Kritikern, welche sich mehr oder weniger vollständig im günstigen Sinne über meine Theorie ausgesprochen haben, haben mehrere hervorgehoben, dass die grösste Gefahr, welche ihr drohe, gerade in diesem Punkte liege. In einer sehr klaren und scharfen Uebersicht der Mutationslehre hat neuerlich MacDougal dieses zusammenfassend ausgesprochen, indem er über meine Ergebnisse sagte, dass man schon jetzt sehen könne, „that the greatest misunderstanding which may likely arise in the consideration of his results will be that founded on the error of confusing fluctuating variability and mutability.“[4]

Die Unterscheidung der artbildenden von der fluctuirenden Variabilität wurde zuerst von Darwin aus seiner Pangenesis abgeleitet, und dieses mag zum Theil die auch jetzt noch bei so vielen Forschern vorhandene Abneigung erklären.[5]

[1] Von meinen zahlreichen Kritikern nenne ich hier nur Ch. Schröder, *Die Variabilität der Adalia bipunctata L.* Allgem. Zeitschrift f. Entomologie. Bd. 6—7. 1901—1902. Die von Schröder vertretene Ansicht wurde seitdem durch die Untersuchungen von A. G Mayer über die Farben der Schmetterlinge widerlegt. Vergl. *Effects of natural selection and race-tendency upon the color-patterns of Lepidoptera.* Museum Brooklyn Inst. of Arts a. Sc. 1902. Vol. I. No. 2. p. 31.

[2] Vergl. die neue Zeitschrift *Biometrika* und darin namentlich die Aufsätze Weldon's.

[3] S. Korschinsky, *Mém. Acad. Imp. Pétersbourg.* 1899. IX.

[4] D. T. Mac Dougal, *The Origin of Species by Mutation.* Torreya. 1902. Vol. 2. S. 99.

[5] Vergl. *Intracellulare Pangenesis*, z. B. S. 210 und *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. XVIII. S. 83.

Weitaus die meisten Schriftsteller nehmen an, dass an der Artbildung sich sowohl die fluctuirende wie auch die stossweise Variabilität betheiligen sollen.[1] Diese Ansicht DARWIN's, welche unter dem Einflusse WALLACE's allmählich in den Hintergrund gerathen war, ist in den letzten Jahrzehnten wiederum stark in den Vordergrund getreten. Je nach ihren persönlichen Einsichten und Erfahrungen räumen die einzelnen Forscher den stossweisen Aenderungen oder Mutationen hier einen geringeren und dort einen grösseren Antheil ein. Gerade diese lange Reihe von Abstufungen deutet darauf hin, dass es sich nicht um ein selbstständiges Princip, sondern um den Uebergang von der herrschenden Theorie zu einer anderen handelt. Namentlich unter den amerikanischen Forschern hat sich das Bedürfniss, in dieser Richtung so weit wie möglich voranzuschreiten, in den letzten Jahren besonders klar ausgesprochen.

Sucht man nach einem bestimmt zu umschreibenden Gesichtspunkte im Flusse dieser Meinungen, so tritt auch hier wieder die Lehre des grossen Meisters in den Vordergrund. DARWIN äussert sich wiederholt dahin, dass es möglich sei, sich vorzustellen, dass Eigenschaften zwar nur langsam entstehen, dagegen aber plötzlich verschwinden können.[2] Nimmt man dabei unsere im ersten Bande vorgetragene Unterscheidung der progressiven, retrogressiven und degressiven Artbildung an, so könnte man behaupten, dass die progressive Artbildung nur langsam und allmählich geschehe, während die retrogressive und die degressive auf Mutationen beruhen können. Bei der progressiven handelt es sich ja zuerst um die Neubildung einer bis dahin nicht vorhandenen inneren Eigenschaft, während bei den retrogressiven und degressiven die inneren Anlagen dieselben bleiben und nur in andere Zustände übergeführt werden. Bei der ersteren werden die activen latent, bei der letzteren die latenten activ oder die semilatenten semiactiv, im Grunde bleiben es aber dieselben stofflichen Träger. Neues entsteht dabei im Idioplasma nicht.[3]

Die Mutationen im Gartenbau sind, wie wir gesehen haben, vorwiegend retrogressiver oder degressiver Natur, stossweise Artbildungen

[1] Die im Obigen mehrfach citirten Ansichten VON WETTSTEIN's hat dieser Forscher soeben in einem in der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Karlsbad gehaltenen Vortrag zusammenfassend veröffentlicht, unter dem Titel: *Der Neo-Lamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus.* 1903.

[2] Ueber diesen Punkt vergleiche man namentlich die ausgezeichnete Kritik von L. PLATE, *Ueber Bedeutung und Tragweite des DARWIN'schen Selectionsprincips.* 1900. S. 37 und a. a. O.

[3] Vergl. unten § 9—11.

auf progressivem Wege sind viel seltener. Doch glaube ich in meinen Untersuchungen über *Oenothera* den bekannten Fällen einige zugefügt zu haben, welche wenigstens das Vorkommen von progressiven Mutationen sicher stellen können. Selbstverständlich bedarf es auf diesem Punkte noch zahlreicher weiterer Untersuchungen, sowohl über neue Erscheinungen als auch zur Prüfung der bereits bekannten. Denn mehrfach bedarf die stossweise Entstehung besserer Beweise, oder ist die progressive Natur eines als Mutation nachgewiesenen Vorganges noch Zweifeln ausgesetzt. Namentlich wäre hier auch die Frage zu berücksichtigen, ob vielleicht die hypothetischen Prämutationen allmählich zu Stande kommen, während die im Verborgenen langsam ausgebildete neue Eigenschaft sich nur nachher plötzlich entfaltet. Diese Unterscheidungen werden sich aber nur nach und nach durchführen lassen.

Von allgemeinen Gesichtspunkten ausgehend hat wohl zuerst Kölliker die Bedeutung der Mutationen gegenüber Darwin hervorgehoben,[1] indem er diesen, damals noch hypothetischen Vorgang mit dem Namen der heterogenen Zeugung andeutete. Auch K. E. von Baer und Bronn sind hier zu nennen, ebenso Haacke, G. Pfeffer, Delage, Cunningham, Wolff, Dreyer, Driesch, Emery[2] und viele Andere. Am kräftigsten wurde diese Lehre in den letzten Jahren wohl von Bateson vertheidigt, dessen Ansicht ich oben bereits mehrfach hervorgehoben habe. Auch die Autoren, welche einzelne Gattungen und Arten monographisch studieren, wie namentlich Wittrock in Bezug auf *Viola,* pflegen der Vorstellung stossweiser Neubildungen gewogen zu sein. Andererseits findet diese Lehre auch aus rein speculativen Gründen hervorragende Vertheidiger, unter denen ich nur von Hartmann und ferner Hamann und Kersten zu nennen brauche.[3] Auf zoologischer Seite haben sich namentlich Hubrecht und Hunt Morgan für die neue Richtung ausgesprochen,[4] der letztere auf Grund seiner Studien über die Regeneration verletzter Organe.[5]

Von praktischen Landwirthen haben meiner Auffassung namentlich Em. von Proskowetz und Hjalmar Nilsson beigepflichtet. Ersterer hat in jahrelangen, sehr ausgedehnten Untersuchungen die Umwandlung der wilden *Beta patula* in die Zuckerrübe studirt, und gefunden,

[1] Kölliker, *Abhandl. Senckenb. Gesellsch.* 1864. S. 223—229.

[2] Emery, *Biolog. Centralblatt.* 1893. Nr. 13. S. 723.

[3] Vergl. die ausführliche und kritische Darstellung in H. Kersten, *Die idealistische Richtung in der modernen Entwickelungslehre.* Zeitschr. f. Naturw. 1901. Bd. 73. S. 321.

[4] A. A. W. Hubrecht, *De evolutie in nieuwe banen.* Utrecht, 1902.

[5] Th. Hunt Morgan, *Darwinism in the light of modern criticism.* Harpers monthly Magazine, Febr. 1903 und in mehreren anderen Schriften.

dass die Umprägung keineswegs Schritt für Schritt, sondern plötzlich und mit einem Male zu Stande kommt.[1] Jede neue Eigenschaft tritt auf einmal in die Erscheinung; sie ist nicht das Produkt der Zuchtwahl, sondern innerer Vorgänge, deren Natur wir noch nicht kennen. Auch ganz nebensächliche Eigenthümlichkeiten, wie die Farbe, verändern sich in derselben Weise. Hjalmar Nilsson hat als Leiter der wissenschaftlich-praktischen Versuchsstation für Saatverbesserung in Svalöf in Schweden seit einer Reihe von Jahren ein überaus wichtiges Material von Thatsachen zusammengebracht, welches auf die Mutationslehre ein sehr klares Licht zu werfen verspricht, aber noch der zusammenfassenden Bearbeitung harrt. Nach mündlichen Mittheilungen und sonstigen gelegentlichen Aeusserungen dieses Forschers stehen seine Erfahrungen mit der Mutationslehre durchaus im besten Einklang.[2]

Neben den bereits angeführten wichtigen Beobachtungen von Heinricher über *Iris pallida abavia*, von Solms-Laubach über *Capsella*, von Wittrock über *Viola*, von Bailey und White über Tomaten, und von so vielen Anderen möchte ich jetzt noch die folgenden nachtragen. Noll beschreibt die plötzliche Entstehung einer förmlichen Ranke an *Tropaeolum* und schliesst daraus auf die Möglichkeit von stossweisen Umprägungen und deren Bedeutung für die Descendenzlehre.[3] Macfarlane untersucht die Variabilität in der Gattung *Prunus*,[4] Tracy beobachtete das plötzliche Auftreten einer Zwergvarietät von *Phaseolus lunatus*,[5] Caruel stellte eine Reihe von Fällen zusammen, in denen sich directe Uebergänge nicht nachweisen lassen und bezeichnet sie als Euthymorphosen,[6] Carlson untersuchte die Mutationen der schwedischen *Succisa*-Formen,[7] und Laurent spricht sich in ähnlicher Weise über einige Sorten von Obstbäumen aus.[8]

[1] Em. v. Proskowetz jr., *Culturversuche mit Beta.* 1892 – 1901 in der Oesterr. Ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie und Landwirthschaft des Centralvereins f. Rübenzuckerind. in d. Oest. Ung. Monarchie, 1892—1902. In jedem Jahrgang die Versuche des vorigen Jahres; im Jahrg. 1892 auch die älteren Versuche und die Literatur. Ueber die Mutationen vergl. man namentlich Jahrg. 1902.

[2] Vergl. die verschiedenen Jahrgänge der Zeitschrift der Versuchsstation Svalöf. *Sveriges Utsädeförenings Tidskrift*, und namentlich die *Årsberättelse under år 1901* in Jahrg. XII, 1902. Heft 1, S. 3.

[3] F. Noll, *Das Auftreten einer typischen Ranke an einer sonst rankenlosen Pflanzenart.* Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Naturk. Bonn. 14. Jan. 1895.

[4] W. W. Tracy, *American Naturalist.* 1895. XXIX. p. 485.

[5] J. M. Macfarlane, *Publications of the University of Pennsylvania.* 1901. p. 216.

[6] T. Caruel, *Bull. Soc. Bot. Ital.* Firenze 1896. p. 84.

[7] *Bot. Not.* 1901. S. 224.

[8] E. Laurent, *De l'expérimentation en horticulture.* 1902. p. 12.

Herr Dr. J. W. Harshberger sandte mir Material von *Hibiscus moscheutos* und *Euphorbia ipecacuanha* aus Pennsylvania, welches durch den auffallenden Reichthum an Formen auf eine Mutationsperiode für diese Arten schliessen lässt und Herr L. Cockayne berichtete mir über von ihm in Neu-Seeland beobachtete Umbildungen von *Sarothamnus scoparius* und *Lupinus arboreus*.. Auch sei hervorgehoben, dass neuerdings Borradaille für die decapoden Krebse zu dem Schlusse kam, dass die Erklärung der Artbildung auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl auf sehr grosse Schwierigkeiten stosse.[1] Herr R. Lauterborn hatte die Güte, mich auf das plötzliche Auftauchen der gelben Tollkirsche, *Atropa Belladonna lutea*, aufmerksam zu machen, über welches von Dr. Schüz berichtet wurde.[2] Ebenso hatte Dr. Raatz die Freundlichkeit, mir Samen einer äusserst merkwürdigen glänzend braunen Farbvarietät der Zuckerrübe zu senden, welche in den Culturen von Klein-Wanzleben plötzlich entstanden war. Auch in meinem Garten zeigte sie das neue Merkmal in schönster Weise.

Ich habe nur eine Auswahl gegeben, und muss auf eine vollständigere Liste verzichten. Es kam mir ja nur darauf an, zu zeigen, dass die Lehre von den Mutationen bereits überall Anhänger findet und vielseitig von den Thatsachen gestützt wird.[3] Hoffentlich eröffnet dies ihr die Aussicht, einmal die ihr noch entgegenstehenden Schwierigkeiten endgültig zu überwinden.

§ 7. Die Erklärung der Anpassungen.

Seitdem durch Darwin's Schriften die Ueberzeugung von der gemeinschaftlichen Abstammung der Organismen zur allgemein anerkannten Grundlage der Forschung und der Speculation geworden ist, hat sich das Interesse, sowohl der Schriftsteller wie auch der Leser, immer mehr einer bestimmten Seite des Problems zugewandt:

[1] L. A. Borradaille, *Marine Crustaceans.* The fauna and geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes. Vol. I. Part 2. p. 197.

[2] *Amtl. Bericht über die 33. Versamml. d. Naturf. und Aerzte.* Bonn. Sept. 1854 (Bonn, 1859). S. 139. Die Pflanze war einige Jahre vorher in einem einzigen Exemplar im Schwarzwalde gefunden worden.

[3] Eine sehr wichtige Stütze verspricht die oben (S. 242, 277) als Prüfung auf Erbkraft oder Grossmutterwahl beschriebene Methode zu werden, da eine Auslese nach der mittleren Zusammensetzung der Nachkommenschaft offenbar in der Natur nicht vorkommen dürfte. In der Praxis zeigt sie sich ebenso bebedeutungsvoll, wie in meinen tricotylen Züchtungen. Sie wurde mit bestem Erfolg von Vilmorin und Anderen bei Zuckerrüben, von Hays beim Weizen und von von Lochow beim Roggen angewandt.

der Frage nach der Erklärung der Anpassungen. Allerdings liegt diese Frage ausserhalb der Ziele des vorliegenden Buches, welches ja nur die empirischen Grundlagen der Descendenzlehre zu behandeln hat. Doch scheint es mir nicht ohne Interesse, zu zeigen, dass die herrschende Meinung, die die WALLACE'sche Form der Selectionslehre für die einzige hält, welche zu einer Erklärung der Anpassungen führen kann, unrichtig ist.

Die Ansicht, dass alle Eigenschaften der Organismen in jeder gewünschten Richtung variabel sind, und dass jede kleinste Abweichung im Kampf um's Dasein ausgelesen und in dem erforderlichen Grade gesteigert und schliesslich fixirt werden kann, ist allerdings eine äusserst bequeme. Ich gestehe gern, dass sich mit ihr fast Alles in sehr plausibler Weise zurechtlegen lässt, und dass derartige Erklärungen in hohem Maasse anziehend auf den Leser wirken. Aber das ist noch keine Wissenschaft. Denn zuerst sollten die inneren Widersprüche des Systems aufgeklärt werden, und wenn man dieses versucht, so gelangt man bald zu der Ueberzeugung, dass die Hypothese selbst sich mit den Erfahrungsthatsachen nicht im Einklang befindet.

Die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Selectionslehre auf diesem Gebiete sind Jedem bekannt; sie reichen ohne Zweifel ausserordentlich weit. Was dem gegenüber die Mutationslehre zu bieten vermag, weiss man noch nicht, weil ein Versuch in dieser Richtung noch nicht gemacht wurde. Aber alles scheint darauf hinzudeuten, dass diese die Anpassungen in ebenso vollständiger bezw. ebenso unvollständiger Weise wird erklären können, als die herrschende Theorie. Nur wird sie wohl stets das Besondere haben, dass sie mehr geeignet ist, die hypothetischen Theile der Erörterungen an's Licht zu bringen, als diese im Zusammenhang des ganzen Bildes in den Hintergrund zu drücken.

Die Selectionslehre hat augenblicklich noch die zahlreichsten Anhänger. Aber unter den jüngeren Naturforschern giebt es, wie wir oben gesehen haben, eine Richtung, welche den stossweisen Aenderungen eine grössere Bedeutung zuschreibt. Die fluctuirende Variabilität stellt für sie nur ein einfaches Hin- und Herschwanken um eine bestimmte Gleichgewichtslage dar, während die Bildung neuer Arten die Erreichung neuer Gleichgewichtslagen erfordert. Namentlich in Amerika hat diese Ansicht Eingang gefunden, wie es CONN[1] in seinem neuen Werke über die Evolution in ausführlicher Weise schildert.

[1] H. W. CONN, *The Method of evolution.* New-York 1900. p. 132.

Unter den zahlreichen hervorragenden Schriften, welche der WALLACE'schen Richtung angehören, nenne ich hier, ausser dem bekannten Werke dieses Verfassers: „Natural selection and tropical Nature" (1895), nur die kritische Zusammenstellung PLATE's.[1] Obgleich PLATE sich am Schlusse seiner klaren und eingehenden Kritik aller einschlägigen Fragen für die Selectionslehre ausspricht, so macht mir doch sein Werk, unter allen von mir benutzten Schriften, den Eindruck höchster Objektivität, und ich bin überzeugt, dass die Kluft zwischen seiner Ansicht und der hier vertretenen sich ganz gut wird überbrücken lassen. Indem ich also meine Leser für eingehendere Betrachtungen auf diese Schrift verweise, werde ich mich hier auf einige wenige Punkte beschränken, welche mit dem oben bereits angeführten im allerengsten Zusammenhang stehen.

I. Die fluctuirende Variabilität ist in ihrer Leistungsfähigkeit streng begrenzt, während die Erklärung der Anpassungen eine unbegrenzte Veränderlichkeit erfordert. Früher, als das Gesetz von QUETELET nur auf anthropologischem Gebiete bekannt war, schrieb man der Veränderlichkeit der Pflanzen und der Thiere fast alles zu. Jetzt ist sie an Bande gelegt, und zwar an solche, welche ihre Bedeutung ausserordentlich einschränken. Im ersten Abschnitt des ersten Bandes habe ich dieses Thema ausführlich besprochen, und glaube ich hier nicht wieder darauf zurück zu kommen zu brauchen.

Ein wichtiges Argument wurde von ROSA und CATTANEO aufgestellt.[2] Das Aussterben grösserer Gruppen von Arten beweist nach ihren Ausführungen, dass die diesen innewohnende Variabilität ohnmächtig war, sie den abändernden Lebensbedingungen anzupassen. Und daraus geht hervor, dass die gewöhnliche, nie fehlende Variabilität solches zu leisten nicht vermag; es bedarf dazu offenbar eines anderen Processes.

II. Die fluctuirende Variabilität ist linear, sie oscillirt nur nach mehr oder weniger, während die Theorie eine allseitige Veränderlichkeit erfordert.[3] Auch über diesen Punkt habe ich mich im ersten Bande (S. 83) bereits ausgesprochen. Er bildet nach meiner Meinung einen der schwersten Einwürfe gegen die herrschende Meinung. Und gleichfalls zeigt es sich hier am klarsten, wie weit die An-

[1] L. PLATE, *Ueber Bedeutung und Tragweite des DARWIN'schen Selectionsprincipes.* Leipzig 1900. Hier auch auf S. 145—153 ein sehr vollständiges Literaturverzeichniss.

[2] Vergl. weiter unten in § 12.

[3] GUSTAV WOLFF, *Der gegenwärtige Stand des Darwinismus.* 1896.

hänger DARWIN's von den Ansichten des grossen Meisters abgewichen sind. Für DARWIN war es eine Hauptsache, dass der Kampf um's Dasein, dieser seitdem so vielfach missverstandene Wettkampf, aus einer planlosen Variabilität auszuwählen hätte. Die natürliche Auslese ist ein Sieb, sie schafft nichts, wie es oft fälschlich dargestellt wird, sondern sichtet nur. Sie erhält nur, was die Variabilität ihr bietet. Wie das, was sie siebt, entsteht, sollte eigentlich ausserhalb der Selectionslehre liegen. Eine Frage ist es, wie der grosse Wettkampf siebt, eine andere, wie das Gesiebte vorher entstanden war. In beiden Hinsichten ist auch jetzt noch die ursprüngliche Ansicht DARWIN's die beste von allen, doch ist die Sachlage von späteren Schriftstellern vielfach getrübt worden. Das Sieb ist nicht so engmaschig, dass nur die allerbesten am Leben bleiben. Gerade im Gegentheil merzt die natürliche Auslese immer nur einen Theil der Individuen aus, und darunter die schlechtesten, d. h. die der augenblicklichen Lebenslage am wenigsten angepassten. Die Selection ist die Elimination der Minderwerthigen, während die Auswahl der vorzüglichsten Individuen Election ist, und zu einer Elite führt, wie bei der Zuchtwahl der Rüben und des Getreides (Bd. I, S. 72—82), oder wie ein hervorragender Kritiker, A. KUYPER, sagt: „Selection zielt auf die Erhaltung der Arten, Election ist die Auswahl von Personen“.[1] Die Lehre von der directen Bewirkung der Organismen durch ihre Umgebung, wie sie von LAMARCK aufgestellt wurde, ist es ja, gegen welche DARWIN seine Hypothese der planlosen Variabilität aufstellte, als den Anforderungen der reinen Naturwissenschaft besser entsprechend. Diese alte Lehre taucht in neuester Zeit wiederum vielfach auf,[2] und das beweist nach meiner Meinung hauptsächlich, dass die herrschende Vorstellung der Selectionstheorie auch in jenen Kreisen nicht befriedigen kann.[3]

Das Sieb der Auslese schaltet also fortwährend viele Minderwerthige aus, wie aber die Unterschiede entstehen, ist eine andere Frage. Die lineare Variabilität liefert diese Unterschiede nur nach zwei Richtungen, mittelst deren die Auslese die einzelnen Merkmale vergrössern und verkleinern, verstärken oder abschwächen kann. Weiteres kann sie

[1] A KUYPER, *Evolutie.* Amsterdam 1899. S. 11.

[2] G. HENSLOW, *Does Natural selection play any part in the Origin of Species.* Nat. Sc. XI. 1897. p. 166. WARMING, *Lehrbuch d. Oekologie.* S. 382. WETTSTEIN, *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. Bd. 18. Generalversammlungsber., S. 184. STRASBURGER, *Ceratophyllum submersum.* Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 37. S. 518, wo sich auch die Literatur über die directe Bewirkung zusammengestellt findet.

[3] R. v. WETTSTEIN, *Handbuch der systematischen Botanik.* 1901. S. 32.

aber nur dann leisten, wenn ihr von der Variabilität anderes Material geboten wird. Und dieser Anforderung genügt die Mutationshypothese; denn sie nimmt, wie ich im ersten Abschnitt des ersten Bandes (S. 139) gezeigt habe, nothwendiger Weise eine allseitige Veränderlichkeit an, und die Betrachtung der formenreichen Arten, sowie die Erfahrungen mit *Oenothera Lamarckiana* haben uns von der Berechtigung dieser Annahme überzeugt. Auf die Erklärung der von der Theorie geforderten allseitigen Variabilität muss die herrschende Ansicht verzichten, während die Mutationslehre diese einfach als Beobachtungsthatsache verwenden kann.

III. Die ersten ganz kleinen Anfänge neuer Merkmale bieten der natürlichen Auslese kein Zuchtmaterial, sie sind im Kampf um's Dasein ohne Bedeutung. Dieser Vorwurf gegen die herrschende Selectionslehre ist wohl der bekannteste. Von manchen Schriftstellern ausgearbeitet, von Conn in seinem oben citirten Werke klar auseinandergesetzt, bedarf er hier keiner eingehenden Erläuterung. Er führt die denkenden Forscher immer mehr zu der Ansicht, dass nur stossweise Variation den ersten Anfang der Organe erklären kann.[1] Nur die Mutationslehre überwindet schliesslich diese so vielfach gefühlten Schwierigkeiten, obgleich man nicht verkennen sollte, dass der Einwurf nur gegen die jetzige Form der Selectionstheorie und nicht gegen Darwin's Meinung gerichtet ist. Denn wenn das Sieb der Auslese immer nur die Minderwerthigen auszuscheiden hat, und es sich nur darum handelt, das Mittel der Uebrigbleibenden zu erhöhen, so giebt, wie Darwin so oft betont hat, am Ende auch der allergeringste Vorzug den Durchschlag.

Aber für die Mutationslehre bestehen jene ganz langsamen Uebergänge, jene äusserst kleinen Vorzüge einfach nicht. Die artenbildende Variabilität überspringt diese im Experiment und in den Erfahrungen des Gartenbaues, die Theorie kann also einstweilen auf sie verzichten.[2]

IV. Die Selectionslehre erklärt zwar die nützlichen, nicht aber die unnützen oder gar schädlichen Eigenschaften.[3]

---

[1] Conn a. a. O. S. 134.

[2] Namentlich bei der Erklärung der Instinkte versagt die übliche Selectionslehre. Vergl. Wasmann, *Biol. Centralblatt.* Bd. XXI, Nr. 22/23 und namentlich Emery, *Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie.* Biolog. Centralblatt. 1893. Bd. XIII, Nr. 13 und 14. S. 397, ferner W. Wagner, *L'industrie des Araneina.* Mém. Acad. Imp. St. Pétersbourg. VII. Sér. T. XLII. No. 11. 1894 und N. Cholodkovsky, *Die Coniferenläuse.* Hor. Soc. Ent. Ross. XXXI. S. 43.

[3] Für Zusammenstellungen solcher verweise ich auf Demoor, Massart et Vandervelde, *L'évolution régressive.* Paris 1897, namentlich S. 286—289.

Die Mutationslehre geht aber gerade davon aus, dass die Artbildung eine richtungslose sei, dass die Mutationen unabhängig von der Frage nach Nutzen oder Anpassung entstehen, und dass sie am Leben bleiben können, wenn sie nur nicht geradezu das Dasein der Individuen unmöglich machen oder die Fruchtbarkeit vernichten. Wie sterile Formen entstehen können, erklärt uns die Selectionslehre nicht, dennoch giebt es deren zahlreiche. Neben den bereits im ersten Bande angeführten Beispielen hebe ich hier die jüngst von Noll beschriebene und abgebildete, höchst merkwürdige sterile Form des Hafers hervor,[1] ferner die Datteln ohne Kerne,[2] die Trauben ohne Kerne[3] und das *Muscari comosum plumosum* unserer Gärten, eine stark verzweigte, völlig sterile Varietät der durch einen Busch steriler Blüthen am Gipfel der normalen Traube ausgezeichneten Art *M. comosum* (Fig. 146).



Fig. 146. *Muscari comosum plumosum.*

Statt einer weiteren Discussion führe ich nur den äusserst merkwürdigen Fall von *Mimulus* und *Torenia* an, den Burck beschreibt und der, wie dieser Forscher betont, an sich genügen würde, die Unhaltbarkeit der Selectionslehre darzuthun.[4] Diese Pflanzen enthalten in jeder Blüthe vier Staubfäden, zwei grössere normale und zwei kleinere anormale. Diese

[1] F. Noll, *Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Naturk.* Bonn 1901, 4. März.

[2] Ch. Rivière, *Société nat. d'acclimatation.* Paris. *La Nature.* 1901. Nr. 1477. p. 247. Der betreffende Baum wächst bei Hamma in Algerien.

[3] H. Müller-Thurgau giebt im *Experiment Station Record,* XI, p. 16, 1902 eine ausführliche Uebersicht der völlig oder theilweise sterilen Sorten von Trauben.

[4] W. Burck, *Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam.* 1901. *Album d. Natuur.* 1902. Vergl. auch die älteren Schriften dieses Verfassers über Thatsachen, welche die Selectionslehre nicht erklären kann.

letzteren enthalten völlig fertilen Blüthenstaub, öffnen sich aber nie. Der Pollen ist also durchaus nutzlos, obgleich er, künstlich auf die Narben gebracht, zu ganz vorzüglicher Samenbildung führen kann. Offenbar kann dieser Zustand weder durch allmähliche Umbildung noch auch unter dem Einflusse der gewöhnlichen Selection des Nützlichen entstanden sein.

Alle die hervorgehobenen Schwierigkeiten der herrschenden Ansicht werden von selbst hinfällig, wenn man an die Stelle der fluctuirenden Variabilität die Mutabilität als Quelle der Artbildung annimmt. Und mit dieser werden sich schliesslich die Anpassungen wohl in ebenso befriedigender Weise erklären lassen wie mit jener.

§ 8. Vegetative Mutationen.

Ehe es möglich sein wird, experimentell zu untersuchen, wie die Mutationen zu Stande kommen, scheint es wünschenswerth, zu wissen, wann sie stattfinden. Die herrschende Meinung bringt sie wohl immer in Verbindung mit der Befruchtung. Gallesio hat diese Ansicht am Anfang des vorigen Jahrhunderts zuerst klar ausgesprochen, und sie gegenüber dem bei den Züchtern geläufigen Glauben an dem directen Einfluss der Lebenslage zu vertheidigen gesucht.[1] Dass die artbildende Variabilität nahe mit der Befruchtung zusammenhänge, ist sowohl im Thierreich wie im Pflanzenreich, namentlich für einjährige und sonstige sich vorwiegend durch Samen vermehrende Pflanzen stets als völlig klar betrachtet worden.

Daneben stehen aber die Knospenvariationen oder die vegetativen Mutationen, wie sie zweckmässiger zu nennen sind. Sie waren den älteren Forschern wohl bekannt, hauptsächlich hat aber Darwin ihre Bedeutung durch eine ausführliche und übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Thatsachen hervorgehoben. Ihm haben sich die meisten späteren Schriftsteller angeschlossen. Delage bekämpft die Ansicht, dass die Befruchtung die einzige Ursache der Mutabilität sein sollte, theils auf Grund der Knospenvariationen, theils aber auch, weil es bei der Befruchtungsvariabilität nichts wirklich Neues gebe, sondern höchstens nur eine neue Verbindung der erblichen Eigenschaften.[2] Savastano führt zahlreiche Gründe, nament-

[1] G Gallesio, *Traité du Citrus; Teoria della riproduzione vegetabile.* Pisa, 1816. de Candolle, *Physiologie végétale.* II. p. 720.

[2] J. Delage, *L'hérédité.* 1895. p. 283.

lich den holzigen Gewächsen entnommen, für die Auffassung an, dass die Varietäten gewöhnlich aus Samen, und seltener aus Knospen entstehen.[1] Bailey legt wiederum auf die Knospenvariationen ein grösseres Gewicht; die Sexualität ist nach ihm keineswegs eine Bedingung der Variabilität, zahlreiche neue Varietäten sind im Gegentheil auf vegetativem Wege entstanden, wie mehrere Sorten von Ananas, Bananen, Erdbeeren, Aepfeln, Trauerweiden u. s. w.[2]

Am weitesten geht in dieser Richtung wohl Kassowitz, wenn er sagt:[3] „Auch wenn es niemals eine geschlechtliche Fortpflanzung gegeben hätte, wäre unsere Erde von den verschiedensten, in ihren Eigenschaften und Funktionen weit von einander abweichenden Wesen bevölkert, und es besteht keinerlei Grund für die Annahme, dass die Abstände zwischen den extremsten Formen ohne dieselbe geringer ausgefallen wären, als sie es thatsächlich sind."

Aus dieser allzu kurzen historischen Uebersicht geht so viel hervor, dass die Bedeutung der vegetativen Mutationen immer mehr in den Vordergrund tritt, während der Zusammenhang der artenbildenden Variabilität mit der Befruchtung immer mehr als ungenügend bewiesen und von untergeordneter Bedeutung erscheint.

Bevor wir zu einer Betrachtung der Thatsachen schreiten, wollen wir zunächst die Frage selbst einer kritischen Erörterung unterziehen. Wir fragen also, in welchen Zeitpunkten des Lebens einer Pflanze die Bedingungen für das Eintreten von Mutationen verschieden sind. Das Leben der Pflanze zerfällt in die vegetative und in die sexuelle Periode, und es giebt also vier Möglichkeiten, welche zu berücksichtigen sind. Erstens diese beiden Perioden selbst, dann aber die beiden Uebergänge von der einen in die andere: die Entstehung der Sexualzellen (der Zeitpunkt der sogenannten numerischen Reduction der Chromosomen des Kernes) und die Befruchtung, welche letztere ja den Anfang des vegetativen Lebens bildet. Handelt es sich nur um Wahrscheinlichkeiten, so sind offenbar die Vorgänge bei der Entstehung der Sexualzellen von viel complicirterer Natur als die Befruchtung, und werden andererseits die Sexualzellen wohl allgemein als empfindlicher betrachtet als die vegetativen Organe. Man würde aus diesen Gründen geneigt sein, den Moment des Mutirens jedenfalls nicht in den Augenblick der Befruchtung, sondern in einen früheren Zeitpunkt zu verlegen. Wie viel früher, wäre dann eine weitere Frage.

---

[1] L. Savastano, *La Varietà in arboricultura.* Annali d. R. Scuola Sup. d'Agricoltura in Portici. 1899. I, 2. p. 63 und sonst.

[2] L. H. Baily, *The plant individual in the light of evolution.* Science 1897.

[3] Max Kassowitz, *Allgemeine Biologie* II. 1899. S. 247.

Die im § 10 des zweiten Abschnittes (S. 172) mitgetheilten theoretischen Betrachtungen Mendel's haben gelehrt, dass bei seinen Bastarden die Spaltungen bei der Vorbereitung der Ei- und Pollenzellen stattfinden, und bei der Bildung dieser Elemente bereits abgelaufen sind. Denn die Eizellen und Pollenkörner der Monohybriden sind selbst nicht mehr hybrider Natur, sondern gehören rein dem einen oder dem anderen der beiden elterlichen Typen an. Aehnlich muss es sich beim Mutiren verhalten; wann dieses stattfindet, ist die Frage, aber alles spricht dafür, dass die Ei- und Pollenzellen bereits mutirt sind, bevor sie sich bei der Befruchtung verbinden. Diese Ansicht hat uns oben (Abschnitt V, § 7, S. 503) zu dem Satze geführt, dass neue Arten, wenigstens in den von mir als normal betrachteten Fällen, als Bastarde entstehen.

Allerdings äussert sich die Mutation ganz gewöhnlich erst bei der Entwickelung des Keimes. Die Aeusserung hängt in solchen Fällen unbedingt von der Befruchtung ab. Daraus folgt aber keineswegs, dass der Vorgang selbst mit dieser zusammenfalle. Sogar lehrt dieses Auftreten uns eigentlich gar nichts über die ihm vorangegangenen Vorbereitungen; diese können in das sexuelle Leben fallen, oder auch über dieses hinaus in das vegetative zurückgreifen.

Für die letztere Auffassung sprechen die Thatsachen der sectorialen Variation, welche bei gestreiften Blumen (Bd. I, S. 490) und bunten Blättern (Bd. I, S. 606) wohl am besten bekannt sind, aber auch sonst, und namentlich bei der sectorialen Spaltung der Bastarde, gelegentlich beobachtet werden. Ich erinnere an das oben (Bd. I, S. 606) beschriebene Beispiel einer bunten Knospenvariation einer Eiche. Ein bunter Zweig fand sich an einem sonst grün beblätterten Strauche, aber die Einpflanzungsstelle des Zweiges lag auf einem bunten Längsstreifen des Tragastes. Die Umprägung hatte also nicht bei der Entstehung der Knospe, sondern lange vorher stattgefunden. Der Name Knospenvariation giebt in solchen Fällen das richtige Verhältniss nicht an.

Man kann nun dieses Beispiel überall auf das Auftreten von Mutationen anwenden und behaupten, dass dem Moment des Sichtbarwerdens eine kürzere oder längere Periode vorangegangen ist, in der die Umprägung im latenten Zustande bereits vollzogen war. Handelt es sich z. B. um eine Umbildung oder Neubildung in den Blüthen, so könnte eine sectoriale und eine Knospenmutation vorhergehen, ohne dass solches äusserlich sichtbar wäre. Im ersten Bande S. 496 habe ich auf die roth gestreiften Staubfäden in gestreiften Blumen aufmerksam gemacht und die Frage erörtert, ob auch die Staubkörner

gruppenweise verschieden sein könnten. Diese Frage gilt selbstverständlich ebenso gut für Eigenschaften, welche in den Staubfäden nicht sichtbar werden können.

Es würde mich zu weit führen, diesen Gedankengang hier noch mehr auszumalen. So viel dürfte klar sein, dass Keimvariationen



Fig. 147. *Grüne Georgine.* Ein Ast, dessen gipfelständige Inflorescenz *b* sowie der Seitenzweig *b'* vergrünt sind wie die übrigen Theile der Pflanze, während bei *a* aus einer Achselknospe ein Zweig entstanden ist, welcher rothe gefüllte Köpfchen von normalem Bau und ohne jegliche Vergrünung trägt. *a'* blühend, *a''* als Knospe. Vergl. Bd. I, S. 474, Fig. 133. (1902). Vergl. S. 681.

die Folgen von bereits in den Pollen- und Eizellen vorhandenen Umprägungen sein können, und dass diese selbst wieder bereits vor der Ausbildung der Sexualzellen, vielleicht sogar vor der Entstehung der Blüthe, ihren Ursprung genommen haben können. Oder mit anderen Worten:

Die Keimvariationen können als ein spezieller Fall

von vegetativen Mutationen betrachtet werden. Und diese Möglichkeit bleibt immer offen, wo das Gegenteil nicht unmittelbar bewiesen werden kann.

Nach diesen Erörterungen wollen wir jetzt eine Reihe von Thatsachen anführen, in denen die Mutationen auf vegetativem Wege entstanden sind, also die bis jetzt als Knospenvariation behandelten Beispiele. Es wird dabei erforderlich sein, drei Gruppen von Erscheinungen getrennt zu behandeln. Erstens die vegetativen Spaltungen der Bastarde, zweitens den vegetativen Atavismus der Mittelrassen, wie er sich namentlich bei den gestreiften Blumen zeigt (Bd. I, Tafel VII), drittens die eigentlichen vegetativen Mutationen, welche

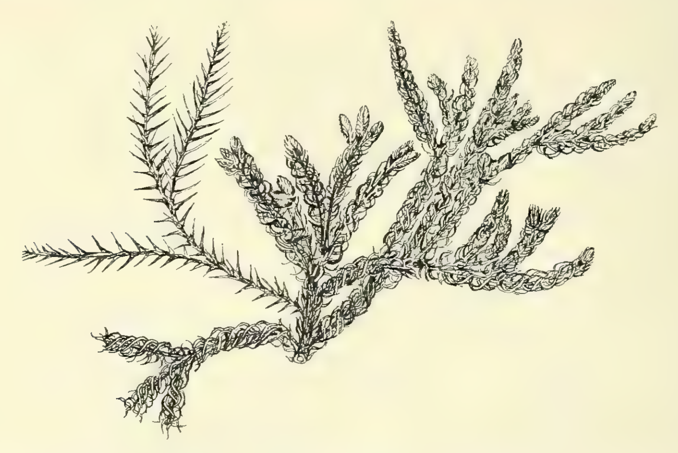


Fig. 148. *Cryptomeria japonica spiraliter falcata,* mit einem atavistischen Zweige. Vergl. S. 681.

meist atavistischer Natur sind (Fig. 147 u. 148), bisweilen aber auch im Sinne des Fortschrittes stattfinden.

Vegetative Bastardspaltungen sind seltene Erscheinungen, aber vielleicht theilweise deshalb, weil man in einer ganzen Reihe von Knospenvariationen die Möglichkeit der Bastardnatur der betreffenden Pflanze nicht berücksichtigt hat.[1] Aus meiner eigenen Erfahrung kenne ich nur einen einzigen Fall. Es ist dieses der oben S. 155 erwähnte Bastard von *Veronica longifolia* mit der Varietät *V. l. alba.* Dieser Bastard blüht blau, und lässt sich leicht durch Theilung vermehren und während vieler Jahre cultiviren. Seitdem ich 1889

[1] Vergl. hierüber das oben bei der Kritik des Gartenbau-Atavismus Gesagte (s. oben, Abschn. II, § 38, S. 388).

das erste Exemplar erhielt, habe ich ihn oft in sehr ausgedehnten Culturen mit mehreren Tausend Trauben in Blüthe gehabt, und dabei mehrfach Fälle von sectorialer und von Knospenvariation beobachtet; das letzte Mal noch in diesem Sommer (1902). Die Knospenvariation trat bisweilen am Rhizom auf (1902); der ganze aus der Erde hervorwachsende Spross entbehrte in seiner Rinde und seinen Blättern des rothen Farbstoffes, und war somit schon vor der Blüthe leicht kenntlich. Die Blüthen waren sämmtlich weiss, während die übrigen Sprosse desselben Rhizomes blau blühten. Bisweilen fand ich auch eine weiss blühende Traube als Seitenzweig an einem sonst blau blühenden Stengel (1894). Die sectoriale Spaltung äussert sich in diesem Bastarde so, dass eine Traube einerseits blau, andererseits weiss blüht.[1] Die Breite des weiss blühenden Längsstreifens kann dabei wechseln, die Hälfte (1891), oder ein Viertel (1898) oder weniger der ganzen Traube, oder auch nur einen ganz schmalen Streifen umfassend (1894, 1895). Die Samen solcher vegetativ weiss gewordenen Blüthen geben, so weit ich nach einigen Vorversuchen urtheilen kann, weiss blühende Nachkommen.

Sehr bekannt ist das Beispiel Naudin's, welcher aus der Kreuzung von *Datura Stramonium* mit *D. laevis,* unter vielen Bastarden mit ausschliesslich dornigen Früchten, drei Individuen erhielt, welche sich vegetativ spalteten. Diese Bastarde erster Generation trugen zahlreiche Früchte, auf denen die Oberfläche theilweise gedornt, theilweise glatt war, wie bei *D. laevis.* Bisweilen war die eine Hälfte glatt, meist aber nur ein Viertel oder ein kleinerer Theil. Die unbedornten Klappen waren auch in der Hinsicht zu der *D. laevis* zurückgekehrt, dass sie kürzer waren als die gedornten, und also an diese nicht genau anschlossen. Ueber die Samen dieser Kapseln liess sich wegen der gemischten Bestäubung nichts aussagen. Solche vegetativen Spaltungen scheinen bei *Datura* jedoch sehr selten zu sein; andere Forscher scheinen sie nicht erhalten zu haben und auch ich habe mehrfach vergeblich ausgedehnte Culturen dieses Bastardes gemacht, in der Hoffnung, einige zu bekommen.

Von den in der Literatur zerstreuten Beispielen vegetativer Bastardspaltungen seien hier ferner nur die folgenden angeführt. Sageret erhielt einen Bastard von *Brassica* und *Raphanus* mit zweierlei Formen von Schoten;[2] Dounet-Adanson beobachtete an einem inter-

[1] *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. XVIII. S. 86.

[2] Sageret, *Ann. Sc. Nat.* 1826.

mediären Bastard von *Abies Pinsapo* × *pectinata* einen Ast mit den Merkmalen von *A. Pinsapo.*[1]

Focke erwähnt eine *Anagallis phoenicea* × *coerulea*, welche roth blühte, aber ein halbes Blumenblatt mit der blauen Farbe der letzteren Art hatte.[2] Vegetative Spaltungen in den Früchten von *Citrus*-Bastarden sind vielfach beschrieben worden.[3] Bei *Helianthemum*-Bastarden hat man mitunter gleichzeitig verschiedenfarbige Blüthen am nämlichen Stock vorgefunden.[4] Bastarderbsen können theils grün, theils gelb sein,[5] und ähnliche Spaltungen fanden Correns und Webber an hybriden Maiskörnern.

Das bekannteste Beispiel vegetativer Spaltungen eines Bastards liefert aber *Cytisus Adami* (*C. Laburnum* + *purpureus*), das jeder in seinem Garten oder in Anlagen beobachten kann. Der Bastard ist völlig steril, alle Exemplare bilden zusammen nur ein Individuum; ob die auffallende Neigung zu Spaltungen dem Bastard als solchem oder speciell nur diesem Individuum eigen ist, weiss man nicht.[6] Thatsache ist, dass der Bastard zwischen seinen beiden Eltern intermediär ist und von Zeit zu Zeit Knospen hervorbringt, von denen einige zu den kräftigeren grossblätterigen und langtraubigen Zweigen des *C. Laburnum* werden (Fig. 149), während aus anderen die buschartig verzweigten feinen und schwachen Aeste des *C. purpureus* mit den einzelnen oder in kleinen Gruppen stehenden Blüthen und Früchten entstehen. (Fig. 150.)

Eine geläufige Ansicht ist die Hypothese, dass der *C. Adami* ein Pfropfhybride sei.[7] Gründe für diese Meinung giebt es nicht, weder historische noch auch physiologische.[8] Allerdings scheint der Urheber, der Pariser Gärtner Adam, selbst geglaubt zu haben, dass die Form, welche er als Varietät von *C. purpureus* in den Handel

[1] *Bull. Soc. bot. Fr.* 1899. Abbado, *L'ibridismo* a. a. O. p. 26.

[2] W. O. Focke, *Nat. Ver. Bremen.* 1887. S. 422. Vergl. auch Gärtner, *Die Bastarderzeugung*, S. 309 und Focke, *Pflanzenmischlinge*, S. 450.

[3] Verlot, *La Variabilité.* p. 14. Kerner, *Pflanzenleben* II. S. 559—560 u. s. w.

[4] Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* S. 473. Hier auch weitere Beispiele. Ferner bei Braun, *Verjüngung.* S. 336; bei Darwin in *Animals and plants under domestication* u. s. w. Für *Hieracium*, *Oxalis*, *Chamaedorea* u. s. w. vergl. den ersten Abschnitt dieses Bandes.

[5] F. Weldon, *Biometrika* I, 2. 1902. [6] Vergl. auf d. vorig. Seite *Datura.*

[7] *Intracellulare Pangenesis.* S. 206.

[8] Die Geschichte des *Cytisus Adami* habe ich in holländischer Sprache ausführlich erörtert in *Adam's Gouden Regen*, *Album der Natuur.* 1894. Lief. 7. Die ursprüngliche Quelle ist in den *Annales de la Société horticole de Paris*, T. VII, 1830 zu finden.

brachte, durch das Pfropfen von *C. purpureus* auf *C. Laburnum* entstanden sei. Seine Zeitgenossen glaubten ihm dieses aber nicht, und CAMUZET behauptet, den Baum gesehen zu haben, von welchem ADAM seine Knospen zur Oculirung genommen habe, und dass dieser Baum



Fig. 149. *Cytisus Adami A, A', A''*, bei *B* einen Zweig von *C. Laburnum*, *L, L', L''*, mit zahlreichen Trauben mit reifen Hülsen tragend.

bereits alle Eigenschaften des *C. Adami* besässe. Erst durch CASPARY (1865) hat die Hypothese eines Pfropfhybriden Eingang gefunden. Da man aber keinen experimentellen Fall eines solchen Hybriden kennt, und also nicht weiss, welche Eigenschaften solche Organismen wohl haben würden, falls sie existirten, lässt sich aus den Eigenschaften des *C. Adami* der betreffende Schluss selbstverständlich nicht ableiten.

Viel natürlicher ist die Meinung, dass es sich um einen gewöhnlichen, erst nachher auf *C. Laburnum* gepfropften Bastard handle.[1]



Fig. 150. *Cytisus Adami A, A'*, bei *I* einen Busch von Zweigen von *C. purpureus P, P', P''* mit vereinzelten Hülsen *h* tragend.

Auch in den sonstigen Angaben über Pfropfhybriden hat sich diese Auffassung theilweise längst als irrig erwiesen, wie bei den Kartoffeln durch LINDEMUTH's Versuche, theilweise wird es wohl

[1] Ebenso E. LAURENT, *De l'Expérimentation en horticulture.* Bruxelles 1902. p. 16. Die Literatur über *C. Adami* ist so zahllose Male zusammengestellt worden, dass ich hier auf nähere Angaben verzichten kann.

sich um ein Pfropfen auf einem Bastardwildstamm handeln, wie LAURENT für den *Néflier de Bronvaux* vermuthet,[1] oder um ein Pfropfen eines Bastardes auf eine normale Unterlage, wie WILLE nach mündlicher Mittheilung für den von ihm beschriebenen angeblichen Pfropfhybriden von einer auf Weissdorn veredelten Birne anzunehmen geneigt ist.[2]

Im Uebrigen muss ich mich darauf beschränken, für die Frage nach dem gegenseitigen Einflusse des Wildstammes und des Pfropfreises auf die sehr ausführlichen neueren Studien von L. DANIEL zu verweisen.[3]



Fig. 151. *Ulmus campestris variegata* mit Atavismus durch Knospenvariation. Ein Zweig mit grösseren grünen Blättern ist bei *a* entstanden.

Sehr wichtig sind in Bezug auf vegetative Bastardspaltungen die Untersuchungen von BEYERINCK über die Folgen des Beschneidens bei *Cytisus Adami*. Dieser Forscher fand, dass Knospen, welche für gewöhnlich ruhen, aber durch das Abschneiden der übrigen Aeste zum Austreiben gebracht werden, in sehr erheblicher Anzahl zu *C. Laburnum* und *C. purpureus* werden, und dass man es somit in seiner Gewalt hat, die Anzahl dieser Spaltungen fast willkürlich zu vergrössern. Ueber 100 Fälle wurden an einigen wenigen Bäumchen

[1] Vergl. die Literatur über diesen angeblichen Bastard von *Mespilus* und *Crataegus* in *Le Jardin* und *Journ. Roy. Hort. Soc.* 1900. Vol. 24. p. 237. Ferner LAURENT a. a. O. S. 16. Vergl. auch die Uebersicht über Pfropfhybriden bei FRUWIRTH, *Züchtung landwirthschaftlicher Kulturpflanzen.* S. 72 ff.

[2] N. WILLE, *Mittheilungen d. biolog. Gesellsch. in Christiania.* Biol. Centralblatt. 1896. Bd. XVI, Nr. 3. S. 126. Vielleicht handelt es sich hier um *Pyrus auricularis* (*P. communis* × *Sorbus Aria*) oder einen verwandten Bastard. Vergl. DIPPEL, *Handbuch der Laubholzkunde* III. S. 359.

[3] LUCIEN DANIEL, *La variation dans la greffe et l'hérédité des charactères acquis.* Ann. Sc. nat. Bot. 1899. VIII. Série. T. VIII. S. 1—226 und Tafel I—X und die späteren Veröffentlichungen desselben Autors.

erhalten. Auch sectoriale Spaltungen von Knospen und Zweigen kamen vor, bisweilen die eine Längshälfte eines Sprosses zu *C. Laburnum* umgestaltend, während die andere *C. Adami* blieb.[1] Es ist zu erwarten, dass die Anwendung dieses Prinzipes in vielen anderen Fällen zur Entdeckung wichtiger Thatsachen führen wird.

Zahlreiche in der Literatur beschriebene Beispiele von Knospenvariationen stellen ohne Zweifel solche vegetative Bastardspaltungen dar und haben somit für die Lehre von den vegetativen Mutationen keine unmittelbare Bedeutung. Ebenso verhält es sich mit den Knospenvariationen der Mittelrassen (vergl. Bd. I, Tafel VII, *Antirrhinum*), welche bereits oben ausreichend besprochen wurden. Auch die graduellen Unterschiede zwischen den verschiedenen Zweigen einer zu einer Mittelrasse gehörigen Pflanze stellen keine Mutationen dar, und haben für die erblichen Eigenschaften der von ihnen getragenen Samen oft keine Bedeutung (z. B. *Chelidonium majus flore pleno,* Bd. I, S. 647).



Fig. 152. *Rhus typhina.* Ein Blatt eines sonst grünen Strauches, welches von *a* bis *b* fast gelb war. Blättchen ganz oder bei *a* über die eine Längshälfte viel kleiner gewachsen. Doorn, 1886. Gesammelt von Frau Prof. A. Weber.

In den meisten Fällen scheint eine eingehendere Untersuchung dringend erforderlich, um die wahre Natur auch sehr gewöhnlicher Knospenvariationen an's Licht zu bringen. So namentlich bei den buntblätterigen Gewächsen, bei denen Jeder wenigstens an Sträuchern und Bäumen die Erscheinung kennt, wo aber die Mannigfaltigkeit des Vorganges bis jetzt noch nicht erschöpfend studirt worden ist. Einerseits giebt es hier Beispiele von Knospen-Atavismus, indem ganze Zweige einer buntblätterigen Varietät in ihrer Farbe und allen

[1] M. W. Beyerinck, *Kon. Akad. v. Wetensch.* Amsterdam, Nov. 1900.

ihren secundären Merkmalen zum normalen Typus der Art zurückkehren (Fig. 151).[1] Andererseits werden oft halbe Blätter grün, oder entstehen auf grünen Individuen sehr seltene Zweige mit meist schwach, bisweilen aber sehr schön bunten Blättern (Fig. 152 u. 153). Letzteres zeigt ein grosser Baum von *Morus nigra* fast alljährlich in unserem Garten.

Erst wenn man alle diese und ähnliche Fälle ausgeschlossen hat, wird man die Knospenvariationen als wirkliche vegetative Mutationen betrachten dürfen. Und auch dann sollte man eigentlich den Beweis fordern, dass die abweichenden Zweige, bei Selbstbefruchtung ihrer Blüthen, aus ihren Samen ihren Typus rein wiederholen würden. Dem ist leider in sehr vielen Fällen nicht zu genügen, weil die betreffenden Knospenvariationen oft keine Samen tragen, auch wenn sie alljährlich vorkommen, wie bei *Cephalotaxus pedunculata fastigiata* (Bd. I, S. 486, Fig. 135) und bei zahlreichen anderen Coniferen, deren Knospenvariationen von Beissner erwähnt worden sind, z. B. *Cryptomeria japonica spiraliter falcata* (Fig. 148, S. 674). Auch von der grünen Georgine (Fig. 147, S. 673) habe ich leider keine Samen bekommen können, weil sie zu spät im Jahre blühte. Diese Pflanze, welche



Fig. 153. *Carpinus Betulus.* Bei *a* ein theilweise buntes Blatt an einem sonst grün beblätterten Baume. Hilversum, 1887.

ich auch im ersten Bande besprochen und abgebildet habe (S. 474), habe ich während einiger Jahre cultivirt und auf vegetativem Wege vermehrt, da sie völlig steril ist. Im Sommer 1902 hat sie aber auf einmal angefangen Knospenvariationen hervorzubringen, und zwar in grösserer Anzahl zerstreut auf den verschiedenen Hauptstämmen, und also anscheinend unabhängig von einander, aber unter denselben unbekannten äusseren Einflüssen. Die Köpfchen dieser atavistischen Zweige waren vom normalen Bau der gewöhnlichen Georginen, gefüllt

[1] Vergl. Bd. I, S. 488 und S. 603—606.

und mit carminrothen Einzelblüthen, welche an ihrer Spitze einen weissen Flecken trugen. Offenbar wird man also annehmen, dass diese grüne Georgine ihrerseits aus der entsprechenden gefülltblüthigen rothen Varietät hervorgegangen ist.

Ich verzichte auf die Anführung weiterer Beispiele. Die mitgetheilten beweisen, dass Varietätmerkmale auf vegetativem Wege verschwinden können, indem die ursprüngliche Eigenschaft der Art wieder activ wird. Zu einer solchen Mutation ist also weder die Bildung von Sexualzellen noch auch die Befruchtung erforderlich. Die Möglichkeit, dass Samenvariationen schliesslich auf Knospenvariationen zurückzuführen sein werden, ist also nicht von der Hand zu weisen, doch wird es noch vieler experimenteller Studien bedürfen, bevor hier auf thatsächlicher Grundlage ein endgültiges Urtheil ausgesprochen werden kann. Die oben besprochene Beyerinck'sche Methode der künstlichen Hervorrufung von Knospenvariationen durch Beschneiden dürfte hier die wichtigsten Erfolge versprechen.

III. Die stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften.

§ 9. Darwin's Pangenesis.

Der Titel des Darwin'schen Buches über den Ursprung der Arten durch natürliche Zuchtwahl wird in den letzten Jahrzehnten mehrfach unrichtig verstanden. Für Darwin lag das Hauptgewicht in dem Worte natürlich. Es handelte sich ja um den Gegensatz zwischen natürlicher und übernatürlicher Artentstehung. Das ganze Ziel seiner Riesenarbeit ging darauf hinaus, zu zeigen, dass übernatürliche Ursachen gar nicht erforderlich sind, um die verwandtschaftlichen Beziehungen der Thiere und der Pflanzen zu erklären, dass im Gegentheil eine solche Erklärung in viel einfacherer und befriedigenderer Weise durch natürliche Ursachen zu erreichen sei. Dieser Ueberzeugung hat er allgemeinen Eingang verschafft, und sie wie mit einem Schlage zur festen Grundlage für alle spätere Forschung auf diesem Gebiete gemacht.

Jetzt aber verlegt man häufig das Hauptgewicht auf das Wort Selection und auf die Vergleichung der natürlichen Auslese mit der Gewinnung von Rassen in der Landwirthschaft durch künstliche

Zuchtwahl. Dabei vergisst man oft, dass vor einem halben Jahrhundert die Kenntniss der verschiedenen Formen der Variabilität und somit auch der Auslese erst noch in ihrem Anfang war, und dass man die jetzigen Kenntnisse nicht auf den damaligen Stand anwenden sollte. Namentlich zwischen Mutabilität und Variabilität im engeren Sinne unterschied man damals kaum. Es war gerade DARWIN, der zuerst in zahlreichen Fällen diese beiden Typen der Veränderlichkeit einander gegenüberstellte.

Dieser Gegensatz ist ja auch jetzt noch in den Thatsachen nicht so klar ausgesprochen, dass er bereits allgemeine Anerkennung finden würde. Für DARWIN selbst stellten sich der Durchführung noch zu viele Schwierigkeiten entgegen, und die principielle Bedeutung ist ihm vielleicht erst völlig klar geworden, als er auf theoretischem Wege tiefer in die Kenntniss der Erscheinungen der Erblichkeit einzudringen strebte.

Diesen Versuch hat er bekanntlich in seiner vorläufigen Hypothese der *Pangenesis* niedergelegt. Ebenso bekannt ist es, dass er durch eine Reihe jetzt überflüssiger Hülfshypothesen versucht hat, seine Vorstellung den damals herrschenden Ansichten anzupassen, dass er aber gerade dadurch ihr mehr geschadet als genützt hat. Denn die meisten seiner Kritiker haben diese Hülfshypothesen bekämpft, ohne den Hauptsatz gebührend zu würdigen.

In meiner *Intracellularen Pangenesis* habe ich versucht zu zeigen, wie die hohe Bedeutung von DARWIN's Hypothese erst dann klar an's Licht tritt, wenn sie von jenen überflüssigen Annahmen befreit wird. Ebenso habe ich mich bemüht nachzuweisen, dass der Kern der Theorie sich mehr oder weniger deutlich in den Hypothesen seiner Nachfolger wiederfinden lässt und bei diesen gleichfalls durch unnütze oder unrichtige weitere Annahmen getrübt ist. Diesen Kern herauszuschälen und mit den damaligen Kenntnissen so weit in Verbindung zu bringen, als es ohne ein künstliches Gebäude von Hypothesen möglich war, war die Aufgabe jenes Buches.[1]

Es ist nicht meine Absicht, hier eine Uebersicht der seitdem unverhältnissmässig angeschwollenen Literatur über Erklärungsversuche zu geben,[2] und für die älteren Theorien, wie diejenigen von SPENCER,

---

[1] *Intracellulare Pangenesis.* Jena, 1899.

[2] Vollständige und objectiv gehaltene Zusammenstellungen finden sich in vielen Werken; zu den besten gehören wohl C. KELLER, *Vererbungslehre und Thierzucht.* 1895; H. MARLIÈRE, *Etudes sur l'hérédité.* 1895; E. B. WILSON, *The cell in development and inheritance.* 1900; FRUWIRTH, *Die Züchtung der landwirthschaftlichen Culturpflanzen.* 1901; u. s. w.

Nägeli und Hertwig, brauche ich nur auf das genannte Werk zu verweisen. Ich habe nur zu zeigen, dass das im vorliegenden Buche angeführte Beweismaterial für die Mutationstheorie sich unmittelbar an das Princip der Pangenesis anschliesst. Man hat eigentlich nur an die Stelle der empirischen Einheiten der erblichen Eigenschaften, wie wir sie bisher kennen gelernt haben, die Vorstellung von inneren Anlagen oder stofflichen Trägern derselben zu setzen, um die Beobachtungsergebnisse für die Pangenesislehre verwerthen zu können.[1] Dieser Gedanke ist namentlich von Johannsen in dem Abschnitte „Pangenesislehre" seines neulich erschienenen *Lehrbuches der Botanik* ausgearbeitet worden, und dieses gestattet mir, mich im Folgenden möglichst kurz zu fassen.[2] Ich glaube, mich auf eine einfache Darstellung der Pangenesis nach Darwin's Auffassung, sowie nach der von mir vorgeschlagenen Modification beschränken zu können, ohne dabei die im vorliegenden Buche angeführten einschlägigen Beobachtungen wiederholen zu müssen. Ich behandle zunächst den Kern und die Hülfshypothesen, um erst später das Wesen der Theorie darzulegen.

In Bezug auf die stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften der Organismen giebt es zwei principiell verschiedene Meinungen. Die eine ist die Ansicht Spencer's, nach der der Charakter einer jeden Art ein einheitliches Ganzes bildet und jede stoffliche Anlage somit diesen ganzen Charakter vertritt. Diese Ansicht findet auch jetzt noch die meisten Anhänger. Ihr entgegengesetzt ist Darwin's Auffassung, nach der die einzelnen Zellen des Organismus, und in den Zellen die einzelnen sie zusammenstellenden Elemente jede ihren besonderen Vertreter in der erblichen Substanz haben. So viele verschiedenartige Zellen und so viele getrennte Organe es in diesen giebt, so viele verschiedene Anlagen sollen die stoffliche Grundlage der Erblichkeit zusammensetzen.

Nägeli hat für diese Grundlage das Wort Idioplasma eingeführt, und diese Bezeichnung empfiehlt sich aus mehreren Gründen zu einer allgemeinen Verwerthung, da sie an sich nicht zwischen den beiden geschilderten Principien entscheidet. Für Nägeli ist das Idio-

[1] *Ber. d. d. bot. Ges.* 1900. XVIII. S. 83 und *Sur les unités des caractères spécifiques.* Revue générale de botanique. 1900. XII. p. 257.

[2] E. Warming og W. Johannsen, *Den almindelige Botanik.* 4. Aufl. 1901. S. 675 ff. Es sei mir gestattet, hier mit besonderer Anerkennung hervorzuheben, dass mehrere Kritiker des ersten Bandes meines Buches die Beziehung der Mutationslehre zur Pangenesis bereits vorgreifend ausgearbeitet haben.

plasma allerdings eine Einheit, wir wollen diese Bezeichnung aber weiterhin für die Gesammtheit der Darwin'schen Einheiten verwenden.

Das getrennte Verhalten der einzelnen erblichen Eigenschaften sowohl beim Mutationsvorgange als bei den Bastardirungen entscheidet meiner Ansicht nach ohne Weiteres für die Darwin'sche Auffassung der besonderen stofflichen Grundlage für jede von ihnen, und der ganze Gegensatz zwischen Mutabilität und Variabilität im engeren Sinne ist nur nach diesem Principe in Einklang mit der Theorie zu bringen.[1]

Darwin's Pangenesis lässt sich in die beiden folgenden Sätze zusammenfassen:[2]

In jeder Keimzelle und jeder Knospe sind die einzelnen Zellen und Organe des ganzen Organismus durch bestimmte stoffliche Theilchen vertreten. Diese vermehren sich durch Theilung und gehen bei der Zelltheilung von der Mutterzelle auf ihre Töchter über (Pangenesislehre).

Ausserdem werfen die sämmtlichen Zellen des Körpers zu verschiedenen Zeiten ihrer Entwickelung solche Theilchen ab, diese fliessen den Keimzellen zu und übertragen diesen die ihnen etwa fehlenden Eigenschaften des Organismus (Transporthypothese).

Die Vermehrung der stofflichen Träger der Erblichkeit und ihr Uebergang im Laufe der Entwickelungsgeschichte durch die successiven Zell- und Kerntheilungen leuchtet am klarsten ein, wenn man jene Fälle betrachtet, wo gewisse vikariirende Eigenschaften während des grösseren Theiles der Entwickelung verbunden bleiben, um erst spät oder gar am Schluss der Zelltheilungen sich zu trennen. Man sieht dann diese Trennungen mosaikartig über die ganze Pflanze vertheilt. Macfarlane hat zuerst bei den Bastarden auf diese Bedeutung der Erscheinung aufmerksam gemacht, und namentlich bei *Geum intermedium* nachgewiesen, wie sich der Einfluss beider Eltern oft bis in die einzelnen Zellen verbunden, oder auch erst in diesen getrennt erkennen lässt. Die bunten Blätter zeigen diese späten Trennungen oft in schönster Weise,[3] oft in grösseren Feldern von der verschie-

[1] Die Richtigkeit dieses Ausspruches geht am einfachsten daraus hervor, dass diejenigen meiner Kritiker, welche überzeugte Anhänger der Wallace'schen Form der Selectionslehre sind, den Unterschied zwischen Mutabilität und Variabilität ohne Weiteres leugnen. Vergl. oben S. 659.

[2] Darwin, *Animals and Plants under domestication.* Bd. II. *Chapter on Pangenesis* und *Intracellulare Pangenesis* a. a. O. S. 3 und 62.

[3] A. J. J. van der Velde, *Anatomie en physiologie der bonte bladen.* Handelingen, Ve Vlaamsch Nat. en Gen. Congres, Brugge. Sept. 1901.

densten Form und Anordnung (Fig. 154 und Fig. 155), oft in ganz kleinen Zellengruppen (Fig. 156).[1] Doch kennt man die Beziehungen dieser Mosaikfiguren zu der Entwickelungsgeschichte noch zu unvollständig, um ein Bild von jenen Spaltungen der combinirten Eigenschaften in den Zellenstammbäumen[2] zu entwerfen.[3]



Fig. 154. *Ulmus campestris variegatus.* Auf den verschiedenen Blättern ist das Bunt in sehr verschiedenen Graden ausgebildet.

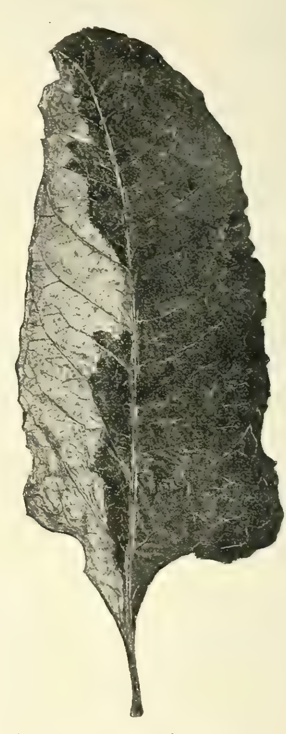


Fig. 155. *Beta vulgaris saccharifera.* Ein zufälliges buntes Blatt; die gelben und grünen Gewebe liegen schichtenweise über einander mit verschiedenen Grenzen in den einzelnen Schichten.

Die zweite Annahme stösst auf unüberwindliche Schwierigkeiten und hat sich längst als durchaus überflüssig ergeben. Schon Darwin

[1] Macfarlane, *On the minute structure,* a. a. O.

[2] Vergl. *Intracellulare Pangenesis.* S. 86.

[3] Wichtige Aufschlüsse geben die neuesten Untersuchungen von Bonnier und Flot. Vergl. G. Bonnier, *Formation des éléments du cilindre central.* Cps. rs. T. 131. p. 781 (12. Nov. 1900); derselbe, *Sur la différenciation des tissus vasculaires,* a. a. O. p. 1276 (Dec. 1900) und Léon Flot, *Sur l'origine commune des tissus dans la feuille et dans la lige,* a. a. O. (Dec. 1900).

hatte hervorgehoben, dass sie auf Pflanzen und Korallen, auf die Arbeiterinnen der Bienen und ähnliche Fälle nur in sehr beschränkter Weise angewandt werden kann. Lässt man sie fallen, so tritt der erste Satz nur um so reiner und schärfer hervor.

In dieser Richtung haben namentlich GALTON und BROOKS sich grosse Verdienste um die Pangenesislehre erworben. Beide sprechen sich für das Hauptprincip aus, beschränken aber die Transporthypothese in sehr wesentlicher Weise.



Fig. 156. *Quercus sessiliflora albovariegata*, eine Handelsvarietät. Auf dem gelblichweissen Grunde sind in unregelmässiger Weise grüne Feldchen zerstreut.

GALTON betonte namentlich, dass die verschiedenen Zellen des Körpers in ihrem Ursprunge besondere stoffliche Träger zur Voraussetzung haben; diese Theilchen bilden zusammen die Keimmasse oder „stirp", was also im Wesentlichen mit dem späteren Begriffe des Idioplasma übereinstimmt.[1] In der Keimmasse seien aber viel mehr Träger vorhanden, als es Zellen gebe; die übrigen latenten Theilchen spielen bei GALTON eine noch wichtigere Rolle als bei DARWIN, sowohl zur Erklärung der ontogenetischen Entwickelung als beim Atavismus. Sowohl bei den Zelltheilungen als bei der Vermehrung der Individuen geht die Keimmasse unverändert auf die Nachkommen über. Nur unter gewissen Bedingungen treten Veränderungen in ihr ein; eine Annahme,

[1] FRANCIS GALTON, *A theory of heredity.* 1875.

welche zur Erklärung der Umbildung der Arten selbstverständlich erforderlich ist.

W. K. Brooks hat in einem ausgezeichnet klar geschriebenen Werke über die Erblichkeit gleichfalls eine Modification der Pangenesislehre vorgetragen.[1] Er verwirft nicht die ganze Transporthypothese, sondern beschränkt sie auf den Transport von wenigen Keimchen in besonderen Fällen, namentlich wenn aus äusseren oder inneren Ursachen irgendwo im Organismus Veränderungen eintreten. Eine Veränderung in der Umgebung einer Zelle veranlasst diese dazu, Keimchen abzuwerfen und dadurch auf die Nachkommen eine Neigung zu übertragen, in den entsprechenden Körpertheilen in derselben Weise abzuweichen (S. 83). Die männlichen Sexualzellen sind nun besonders dazu eingerichtet, solche Keimchen aufzusammeln und auf die weibliche Eizelle zu übermitteln. Ist einmal durch Vermittelung von transportirten Keimchen eine Veränderung erblich geworden, so ist nachher deren Mitwirkung nicht mehr nöthig, und wird sie namentlich durch Auslese beseitigt.

Brooks hebt hervor, dass man nicht für jedes Blatt, für jede Blüthe, und somit auch nicht für jede Zelle besondere stoffliche Träger der erblichen Eigenschaften anzunehmen habe. Die Annahme wird eine viel einfachere, wenn alle gleichnamigen Organe oder Zellen sich auf dieselbe Einheit zurückführen lassen. Die äusserst zusammengesetzte Vorstellung vom Bau des Idioplasma wird dadurch offenbar in hohem Grade vereinfacht.

Die Ausführungen von Galton und Brooks haben sehr wesentlich dazu beigetragen, die Pangenesislehre von vielem unnützen Ballast zu befreien, und ihren Kern dadurch klarer an's Licht treten zu lassen. Doch gerade in Bezug auf einen der Hauptpunkte schliessen sie sich noch zu enge an Darwin's Vorstellung an. Ich meine in der Frage, ob die Organe und Zellen die Einheiten sind, welche wir uns im Idioplasma vergegenwärtigt denken müssen.

§ 10. Intracellulare Pangenesis.

Meiner Ansicht nach sind die Einheiten, zu denen wir bei den theoretischen Erörterungen vorzudringen haben, nicht die morphologischen Elemente wie die Körpertheile und Gewebe,

[1] W. K. Brooks, *The law of heredity, a study of the cause of variation and the origin of living organisms.* 1883. Vergl. namentlich S. 80—100, S. 319, 327 u. s. w.

oder die Zellen und ihre sichtbaren Organe. Im Gegentheil sind es die Eigenschaften, und zwar die inneren elementaren Eigenschaften, welche die äusseren Merkmale bedingen, und durch deren Zusammenwirken erst die morphologischen Elemente gebildet werden (Fig. 157).

Darwin spricht sich über das, was er eine einzige erbliche Eigenschaft nennt, nicht überall deutlich aus. Mehrfach nennt er seine



Fig. 157. *Rubus fruticosus laciniatus.* Das Merkmal der Varietät, die stärkere Einschneidung des Blattrandes, äussert sich sowohl in den Laubblättern als in den Blumenblättern. Beide Erscheinungen sind offenbar Aeusserungen derselben stofflichen Träger der inneren Eigenschaft.

Keimchen Vertreter der Zellen, oft werden andere morphologische Elemente oder Gruppen von Kennzeichen von ihm als Einheiten betrachtet. Doch betont er gelegentlich ausdrücklich, dass jede Eigenschaft, welche unabhängig von anderen variiren kann, an einen besonderen stofflichen Träger gebunden sein muss.[1]

[1] Darwin, *Variations.* 2. Ed. 1875. II, p. 378. *Intracellulare Pangenesis.* S. 16 ff.

Dieses Princip hat sich nun bei den späteren Forschungen immer mehr in den Vordergrund gedrängt. Die morphologischen Elemente werden immer mehr als Combinationen von Einheiten anerkannt, während die gegenseitige Unabhängigkeit bei der Variabilität das Merkmal der tieferen Elementareinheiten ist.

Allerdings sind diese Elemente ganz gewöhnlich zu kleineren und grösseren Gruppen vereinigt,[1] und benehmen sich diese dann wie Einheiten, indem die einzelnen Glieder der Gruppe gewöhnlich zusammen in die Erscheinung treten, oder in derselben Weise von der Lebenslage in ihren Aeusserungen beeinflusst werden. Die Inflorescenzen einhäusiger Gewächse sind typische Beispiele für solche Gruppen von Eigenschaften, die Stolonen bilden andere Fälle, und fast überall ist die Entwickelung der Organe von Einflüssen abhängig, welche die Kennzeichen gruppenweise in der einen oder der anderen Richtung sich ausbilden lassen. Auch bei den Bastardirungen sind wir gelegentlich solchen Verbindungen von elementaren Einheiten begegnet (S. 193).

In Bezug auf den Transport der stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften, oder der *Pangene,*[2] wie ich sie nenne, pflichte ich der Ansicht von GALTON und BROOKS bei, dass diese Annahme möglichst zu beschränken sei, und glaube, dass man sie am besten vollständig fallen lässt.

Nur innerhalb der Zelle nehme ich einen Transport an, und zwar in der Hauptsache nur so, dass die Pangene aus den Kernen heraustreten und sich im Protoplasma verbreiten können.[3]

Nach meiner Ansicht besteht das ganze lebendige Protoplasma aus Pangenen, nur diese bilden darin die lebenden Elemente (Intr. Pang., S. 190). Im Kern ist nach HERTWIG's Vorgang der Sitz der erblichen Eigenschaften anzunehmen, durch die Kerntheilungen gehen sie von jeder Zellengeneration auf die nächstfolgende über. Aber in den Kernen sind die meisten Pangene unthätig; um activ zu werden, müssen sie aus ihnen, oder wenigstens aus ihrem Gerüste, austreten, und sich an die entsprechenden Stellen des Zellleibes begeben. Die eingehende Betrachtung der Erscheinungen

---

[1] *Intracellulare Pangenesis.* S. 21 und sonst.

[2] Weitere Namen für die stofflichen Träger giebt es fast ebenso viele, wie Schriftsteller dieses Thema berührt haben, z. B. Mikroplaste, Archiplaste, Biomolecüle, Protobionten, Bioblaste, Elementarorganismen (ALTMANN), Plasome (WIESNER), Functionsträger, Idioblaste (HERTWIG), Chonder (SCHNEIDER) u. s. w.

[3] Wo Zahlen protoplasmatisch zu Verbänden zusammengefügt sind, dürfte bisweilen gleichfalls ein Transport von Pangenen anzunehmen sein.

des Zelllebens führte mich zu der Ansicht, dass die Annahme eines stofflichen Einflusses der Kerne auf die Lebensprocesse unumgänglich sei, und dass die dynamischen und enzymatischen Theorien dieser Einwirkung bei genauer Betrachtung doch auch der Annahme der Pangene als Grundlage des ganzen Protoplasma bedürfen (a. a. O. 197—199).

Die neueren Untersuchungen von Gerassimow über kernlose und zweikernige Zellen von *Spirogyra*[1] haben diese Auffassung durchaus bestätigt, und auch auf thierphysiologischem Gebiete haben namentlich Driesch und Hansemann sich für sie ausgesprochen.[2]

Im Idioplasma der Kerne vermehren sich die Pangene durch Theilung. Ein Theil der neugebildeten verbleibt dort, um die Keimmasse für die Zelltheilungen zu liefern. Ein anderer Theil tritt aber aus dem Kerne heraus und wird im Cytoplasma activ. Dabei vermehren sich die Pangene derart, dass sie einen wesentlichen Theil des Leibes der einzelnen Organe in der Zelle bilden, wie der Chromatophoren, der Hautschicht, der Vacuolenwand u. s. w. Diesen prägen sie dadurch ihren Charakter auf, und in dieser Weise erklärt es sich, dass die Funktionen der Zellenorgane den erblichen Eigenschaften der Pflanze, den sie angehören, gehorchen. Das Austreten aus den Kernen findet von Zeit zu Zeit statt,[3] und bald besteht der Zellenleib nur noch aus Pangenen, welche in jüngster Zeit aus dem Kerne gekommen sind.

§ 11. Die Pangene als Träger der erblichen Eigenschaften.

Als Hypothese dient die Pangenesis heuristischen Zwecken, als Theorie soll sie eine Grundlage sein für eine tiefere Einsicht in das Wesen der lebendigen Substanz. Ueber ihren heuristischen Werth brauche ich hier nicht viel zu sagen. Für mich ist die Pangenesis immer der Ausgangspunkt meines Suchens gewesen, anfangs allerdings nur in theoretischer Richtung, von dem Augenblicke aber, in welchem ich meine Betrachtungen zusammenfassen und vorläufig abschliessen

---

[1] J. J. Gerassimow, *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou.* 1901. No. 1 und 2; *Zeitschrift f. allg. Physiologie* I, 3. 1902. S. 220 und die dort citirte Literatur.

[2] H. Driesch, *Analytische Theorie der organischen Entwickelung.* 1895. D. Hansemann in *Virchow's Archiv.* Bd. 119. S. 315.

[3] Meine Ansicht, dass der Transport der Pangene vorwiegend durch die sogenannten Strömchen des Protoplasma vermittelt wird, und dass diese normale und allgemeine Erscheinungen sind, ist durch die von gewissen Seiten dagegen erhobenen Bedenken nicht erschüttert worden.

zu können glaubte, habe ich sie vorwiegend als Leitschnur für experimentelle Studien benutzt.[1]

Namentlich hat sie mich dazu geführt, in der freien Natur nach dem Mutationsvorgange selbst zu suchen,[2] da ich hoffte, dadurch sowohl für die Lehre von den Trägern der erblichen Eigenschaften, wie für die ganze Vererbungslehre, Thatsachen finden zu können, welche mehr unmittelbare Schlüsse gestatten würden, als das bis dahin vorhandene Beobachtungsmaterial.

Die Pangenesislehre berührt nur den Kern der allgemeinen Erblichkeitstheorie; die Umkleidung überlässt sie den specielleren Theorien, aber die Erfahrung hat mich gelehrt, dass der Kern zur Ableitung von Aufgaben für die experimentelle Forschung genügt und mit viel grösserer Aussicht zu der Entdeckung neuer wichtiger Thatsachen führt, als die so schön ausgebildeten Gebäude von Hypothesen, welche man auf ihn gegründet hat. Namentlich aber ist die Pangenesis viel eingehenderer Anwendung fähig als die ihr entgegengesetzte Ansicht von den Trägern der Gesammtheit der Artmerkmale als Einheiten. Zur Auffindung neuer Forschungsrichtungen auf diesem Gebiete glaube ich zuversichtlich das Darwin'sche Princip einem Jeden empfehlen zu können.

In erster Linie hat es geleitet zu der richtigen Unterscheidung der beiden Haupttypen der Veränderlichkeit, der Mutabilität und der Variabilität im engeren Sinne. Finally, we see, sagt Darwin, that on the hypothesis of pangenesis variability depends on at least two district groups of causes.[3] Die erstere Gruppe umfasst das Fehlen, die Ueberproduction und die Umlagerung von Keimchen, welche dabei selbst nicht umgebildet werden. Diese Veränderungen können einen grossen Theil der fluktuirenden Variabilität erklären. Die andere Gruppe umfasst die Umprägung der Keimchen selbst. Und indem die neuen Typen von Keimchen sich vermehren, werden sie sich zu neuen Eigenschaften ausbilden.

In diesen Sätzen sind eigentlich bereits die drei verschiedenen Typen der Veränderlichkeit enthalten. Denn die erstere Gruppe ist noch eine zweifache. Sie umfasst nach unseren jetzigen Auffassungen

---

[1] Vergl. die Literatur-Uebersicht am Schlusse dieses Abschnittes.

[2] In dieser Beziehung sei es mir gestattet, als historische Besonderheit mitzutheilen, dass ich meine *Intracellulare Pangenesis* im Jahre 1888 während eines Sommeraufenthaltes unweit Hilversum geschrieben habe, und dass sich der Fundort der *Oenothera Lamarckiana* kaum in zehn Minuten Entfernung von jener Wohnung befindet.

[3] *Animals and Plants under domestication* II. 2. Aufl. 1875. S. 390.

sowohl die fluctuirende Variabilität, als auch die retrogressiven und degressiven Mutationen. Die erstere wird von der wechselnden Anzahl der Pangene bedingt, die beiden letzteren aber von der „transposition of gemmules and the redevelopment of those which have long been dormant“. Neben diese stellt sich die Entstehung neuer Formen von Pangenen, welche offenbar der progressiven Mutabilität entspricht.[1]

Verändertes numerisches Verhalten der Pangene ist somit die Grundlage der fluctuirenden Variabilität, Umlagerung der Pangene im Kerne bedingt die retrogressiven und degressiven Mutationen, während die Bildung neuer Arten von Pangenen zur Erklärung der progressiven erforderlich ist.

An diese Grundsätze schliessen sich nun die im vorliegenden Werke mitgetheilten Thatsachen in so einfacher Weise an, dass sie als Beweise für die Richtigkeit des Principes betrachtet werden dürfen. Es sei mir gestattet, dieses noch weiter auszumalen, wenigstens so weit es möglich ist ohne die Ausarbeitung fernerer Hülfshypothesen.

Mendel's Entdeckung hat augenblicklich wohl den grössten Einfluss zu Gunsten der Ansicht von den differenten Trägern der erblichen Eigenschaften ausgeübt. Die Factoren des Artbildes treten hier so klar in ihrer Selbständigkeit hervor, wie in keinem anderen Falle, mit Ausnahme des Mutationsvorganges selbst. Auf die hohe Bedeutung seiner Gesetze für die Pangenesislehre habe ich in meiner ersten vorläufigen Mittheilung über diesen Gegenstand hingewiesen, und seitdem haben sich Correns, Bateson, Cuénot und viele andere Forscher mehr oder weniger dieser Auffassung angeschlossen. Cuénot, der mit Bateson die Gültigkeit der Mendel'schen Gesetze im Thierreich nachwies, nennt die Einheiten, um die es sich bei diesen Kreuzungen handelt, „particules représentatives“.[2] Ob diese Anlagen selbst die Pangene des Kernfadens sind, oder ob jede Anlage aus einer Gruppe von gleichnamigen Einheiten aufgebaut ist, ist eine sehr wichtige Frage, welche später sich wohl durch die Erfahrung wird entscheiden lassen.

Denn Bateson weist darauf hin, dass es immerhin noch möglich ist, dass die constanten Mendel'schen Bastardrassen, in Bezug auf die einzelnen Eigenschaften nicht absolut rein seien. Das heisst, dass bei der Bildung der Sexualzellen die dominirenden und die recessiven Anlagen sich vielleicht nicht so vollständig trennen, dass nicht, sei es stets, sei es ausnahmsweise, in den Sexualzellen neben den recessiven

[1] Vergl. auch *Intracellulare Pangenesis.* S. 73 und 210.

[2] L. Cuénot, *La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les souris.* Arch. zool. expérim. et générale. 1902. No. 2.

eine Spur des dominirenden, oder neben den dominirenden eine Spur des recessiven Merkmales vorhanden bleibe. Diese Spur brauche sich dann während mehrerer Generationen nicht zu äussern, bis später einmal, aus noch unbekannten Gründen, atavistische Erscheinungen in solchen constanten Bastardrassen die Erinnerung an die frühere Kreuzung wieder wach rufen. Vorläufig spricht die Erfahrung allerdings gegen diese Annahme,[1] aber sie verfügt noch nicht über eine so lange Reihe von Generationen, als für eine endgültige Entscheidung erforderlich wäre. Doch ist es klar, dass ein solcher Atavismus, falls er wirklich vorkommt, auf den zusammengesetzten Bau der MENDEL'schen Anlagen würde schliessen lassen.

Diese MENDEL'schen Anlagen behalten ihre Selbständigkeit während des vegetativen Lebens und bei der Befruchtung bei. Nach den Erörterungen unseres zweiten und vierten Abschnittes handelt es sich bei MENDEL-Kreuzungen stets um dieselbe elementare Eigenschaft, welche in dem einen der Eltern in einem anderen Zustande, in einer anderen Lage, vorkommt als in dem zweiten. Von solchen Lagen lernten wir bis jetzt vier genauer kennen: die active und die latente, die semiactive und die semilatente. Die Anlagen trennen sich nicht nur bei der Bildung der Sexualzellen, sondern gelegentlich auch im vegetativen Leben, wie die sogenannten Knospenvariationen der Bastarde uns lehren;[2] sie sind somit auch hier nur locker verbunden und keineswegs durcheinander gemischt.

Die Variabilität beruht auf der wechselnden Anzahl der gleichnamigen Pangene. Daher ist sie nur eine lineare (Bd. I, S. 83), und bewegt sie sich nur in zwei Richtungen, durch Vermehrung der Pangene in der Plusrichtung, durch Verminderung ihrer Anzahl in der Minusrichtung. Gute Ernährung und günstige Lebenslage bewirken eine Zunahme, die umgekehrten Bedingungen eine Abnahme dieser Zahl. Aber die einzelnen Sorten von Pangenen sind einerseits in sehr verschiedenem Grade, andererseits in verschiedenen Perioden des Lebens der Pflanze für diese Einwirkungen empfindlich. Einige Eigenschaften sind ja sehr stark variabel, andere fast gar nicht. Die empfindliche Periode der Variabilität haben wir im ersten Bande mehrfach ausführlich studirt. Diese Erfahrungen erklären uns, wie es möglich ist, dass die Eigenschaften desselben Organismus auf

[1] Sogar bei den Mutationskreuzungen. Denn das Merkmal der *Oenothera lata* wurde in meinen Versuchen trotz zehn aufeinander folgender Kreuzungen weder geschwächt noch verändert. Es stellt somit wohl eine feste Einheit dar (S. 406).

[2] Vergl. diesen Abschnitt oben § 8, S. 674.

die Lebensbedingungen in so verschiedener Weise reagieren können. Die correlative Variabilität findet hier, soweit sie nicht auf eine Verkoppelung der Pangene durch Gruppenbildung beruht, ihre ausreichende Erklärung.

Die Bedeutung der normalen Befruchtung tritt bei dieser Auffassung in ein ganz besonderes Licht. Die Lebenslage beeinflusst die einzelnen Eigenschaften gleichsinnig, wenn auch in ungleichem Maasse. Aber in entgegengesetzten Richtungen abweichende Eigenschaften in demselben Individuum zu vereinigen, das vermag sie, so viel wir jetzt beurtheilen können, nicht. Dazu ist offenbar der zweckmässige Weg derjenige eines Austausches der Anlagen, wie solche als Folge der Befruchtung, und wohl erst beim Anfang der Bildung der Sexualzellen stattfinden kann. In dieser Weise kann die geschlechtliche Fortpflanzung die in verschiedenen Graden und Richtungen variirenden Anlagen in alle möglichen Verbindungen bringen, und es der natürlichen Auslese überlassen, zu entscheiden, welche von diesen Combinationen in jedem einzelnen Falle gerade die beste ist.

Die Mutabilität beruht darauf, dass die Pangene bezw. die Gruppen von gleichnamigen Pangenen im Idioplasma in verschiedenen Zuständen oder Lagen vorkommen können. Die normale, active Lage ist jene, in der sie in den entsprechenden Entwickelungsperioden des Organismus ungehemmt sich vermehren und theilweise in das Protoplasma austreten können, um dort ihren Funktionen obzuliegen. Genau entgegengesetzt ist die latente Lage, in der solches nicht oder doch nur in höchst beschränkter Weise möglich ist. In anderen Lagen beeinflussen sich je zwei Gruppen ungleichnamiger aber benachbarter Pangene gegenseitig, indem sie abwechselnd das Uebergewicht erhalten. Solches tritt in den vicariirenden Eigenschaften der Halb- und Mittelrassen in die Erscheinung. Die beiden verbundenen Anlagen werden dann von den äusseren Lebensbedingungen zwar gleichsinnig, aber in höchst verschiedenem Grade beeinflusst; die eine, phylogenetisch ältere, ist meist nur wenig, die andere, phylogenetisch jüngere, meist sehr stark empfindlich. Verkehrt diese letztere in semilatenter Lage, wie bei den Halbrassen, so ist allerdings der Grad ihrer Aeusserung, d. h. des Austretens der einzelnen Theilchen in's Protoplasma ein ziemlich beschränkter, verkehrt sie aber im semiactiven Zustande wie in den Mittelrassen, so entsteht dadurch die ausserordentliche Variabilität, welche diese Rassen kennzeichnet.

Der Unterschied zwischen den unisexuellen und den Mendel-Kreuzungen leuchtet ohne Weiteres ein. Das im vierten Abschnitt Gesagte braucht nur auf die Einheiten der Pangenesislehre übertragen

zu werden. Findet bei der Bildung der Sexualzellen eines Bastardes jede Anlage ihren Antagonisten, so findet der Austausch statt wie bei der normalen Befruchtung, und die MENDEL'schen Kreuzungen sind eigentlich nur ein besonderer Fall von dieser. Finden einzelne oder mehrere Anlagen keine Antagonisten, so ist offenbar der normale Process gestört; die beiden Idioplasmen passen nicht mehr genau aufeinander. Von dem Grade dieser Störung, d. h. von der Anzahl der differirenden Anlagen hängt offenbar erstens die Fruchtbarkeit der Kreuzung selbst, sowie die Lebensfähigkeit der Bastarde, und zweitens die Fertilität der letzteren ab. Sind sie aber fertil, so theilen sich die ungepaarten Eigenschaften bei der sexuellen Vermehrung der primären Bastarde wohl einfach in der vegetativen Weise, und dieses würde die Constanz der betreffenden Bastardrassen erklären können.

Die progressiven Mutationen beruhen auf der Neubildung von Pangenen. Bei den Theilungen im Idioplasma entstehen dann ungleichartige Einheiten, statt nur gleichartiger. Dieses ist der Vorgang, den wir Prämutation genannt haben. Die „prämutirten Pangene" pflegen anfangs inactiv zu sein, sei es wegen ungenügender Anzahl, sei es aus anderen Gründen. Es besteht offenbar eine sehr grosse Aussicht, dass gleichnamige Pangene in verschiedenen Species zu der Entstehung derselben neuen Pangene führen können, und dieses würde vielleicht viele Erscheinungen von paralleler progressiver Mutabilität erklären.

Schliesslich muss man annehmen, dass die Pangene oder Pangengruppen in jeder der erwähnten Lagen fest oder locker im Verbande mit den übrigen stehen können. Ist die Lage eine feste, so bleibt sie durch alle Generationen dieselbe und ist die betreffende Art oder Varietät bezw. der betreffende Charakter immutabel. Ist die Gleichgewichtslage eine labile, so ist die betreffende Eigenthümlichkeit mutabel, geringe äussere Eingriffe können sie in eine feste Lage überführen und dadurch die sichtbare Mutation, wie bei den Oenotheren, hervorrufen. Nur ist uns leider die Natur dieser Eingriffe noch unbekannt. Die feste Lage, welche aus der mutablen in dieser Weise entsteht, kann aber sowohl die active sein als auch die latente, wie letzteres für die *Nanella*-Eigenschaft bei der Entstehung der *O. rubrinervis* der Fall war (S. 451).

Es wäre leicht, diese Erörterungen in viel grösserem Umfange weiterzuführen. Ueberall treten, wie es mir scheint, die Beziehungen der Pangenesis zu den neuen Erfahrungen mehr oder weniger klar an's Licht, überall können die letzteren als Beweise für die erstere

angeführt werden. Und dieses spricht meiner Ansicht nach für beide, und eröffnet für Pangenesis und Mutationstheorie die Aussicht, durch ein inniges Zusammenwirken immer weitere Gebiete der Erforschung der Erblichkeit aufzuschliessen.

IV. Die geologischen Mutationsperioden.

§ 12. Die Periodicität der progressiven Mutationen.

Im Grunde bewegt sich die Mutationstheorie innerhalb des engen Kreises der LINNÉ'schen Collectivarten, und lässt sie sich somit ebenso gut mit der Schöpfungstheorie als mit der Descendenzlehre vereinigen. Sie handelt ja eigentlich nur von der Frage, wie jene kleineren Arten, für welche man auch vor DARWIN allgemein eine Entstehung nach natürlichen Gesetzen aus den geschaffenen Typen annahm, aus diesen hervorgegangen sind.

Aber die Aussichten der neuen Theorie hängen zum grossen Theile von ihrer Leistungfähigkeit ausserhalb jenes engen Bezirkes ab. Für ihre Beurtheilung sind allgemeine Gesichtspunkte vielleicht noch wichtiger als die Thatsachen selbst. Deshalb scheint es mir erforderlich, hier nachzuweisen, dass die Mutationslehre sich den jetzt herrschenden Ansichten über den Stammbaum des Pflanzen- und Thierreiches wenigstens in vielen, und namentlich in den wichtigsten Punkten, besser anschliesst als die bisherige Selectionslehre.[1] Ich schliesse mich dabei so viel wie möglich den Meinungen der besten Autoritäten an, und beabsichtige keineswegs, neue Hypothesen aufzustellen, sondern nur die nahe Uebereinstimmung der Mutationslehre mit den bereits von anderen veröffentlichten Theorien darzuthun. Ich betrete dabei allerdings ein fremdes Gebiet, werde mich daher möglichst kurz fassen, und verweise namentlich für die Literatur ein für allemal auf die speciellen Fachquellen, ohne diese jedesmal besonders anzuführen.

Ich werde dabei zunächst die Folgerungen besprechen, zu denen die Betrachtung der Mutationsperiode der *Oenothera Lamarckiana* uns leiten kann, um dann zu zeigen, dass diese sich den geologischen und paläontologischen Thatsachen durchaus anschliessen.

[1] Vergl. meinen in Hamburg vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte im September 1900 gehaltenen Vortrag über „*Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten*“ (Leipzig, Veit & Comp., 1901).

Ausgehend von der Erfahrung, dass unsere *Oenothera* sich jetzt in einem Zustande der Mutabilität befindet, kann man die Frage stellen, ob dieser Zustand einen Anfang gehabt hat oder nicht? Falls ja, so hat die Pflanze früher, zu gewissen Zeiten, immutable Vorfahren gehabt, falls nein, so waren alle ihre Vorfahren, rückwärts bis auf die allereinfachsten Organismen, mutabel wie sie.

Die erstere Annahme schliesst sich den um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, vor dem Einflusse DARWIN's, herrschenden Meinungen an. Man war damals überzeugt, „que les espèces varieraient plus à certaines époques de leur existence qu'à d'autres“.[1] Dieses führt für unseren speciellen Fall von selbst zu der Vorstellung einer Mutationsperiode, wie wir sie im ersten Bande dieses Buches überall angewandt haben. Sie führt fernerhin zu der Hypothese von periodischen Mutationen, welche mit immutablen Zeitintervallen abwechselten; denn wenn alle die verschiedenen elementaren Eigenschaften, deren Anhäufung schliesslich zu der Entstehung unserer Art geleitet hat, stossweise entstanden sind, so müssen diese Stösse jedenfalls mehr oder weniger regelmässig über den ganzen Stammbaum der Vorfahren der *Oenothera* vertheilt gewesen sein. Wie viele Schritte zusammen auf eine Mutationsperiode fallen, lässt sich nicht entscheiden, ist offenbar auch Nebensache. Die vorhandenen Beobachtungen deuten bis jetzt nur auf je einen Schritt in derselben Richtung, doch dieses schliesst die Annahme zusammengesetzterer Perioden selbstverständlich nicht aus.

Um die an unseren Nachtkerzen gemachten Erfahrungen auf frühere, hypothetische Mutationsperioden anzuwenden, wiederholen wir zunächst den im ersten Bande, S. 157, gegebenen empirischen Stammbaum in etwas anderer Form, indem wir die in jedem Jahre aus dem Hauptstamme hervorgegangenen Seitenzweige, d. h. also die neuen Arten, in der Form von Fächern oder Sträussen zeichnen (Fig. 158). Jeder Strauss bedeutet somit die Mutationen in einer einzigen Generation; der Hauptstamm geht unverändert durch und bringt nach einander die einzelnen Sträusse hervor. Diese aber gehören offenbar einer und derselben Periode an, da jeder von ihnen im Wesentlichen aus denselben neuen Arten in annähernd gleichen Verhältnissen besteht.

Zur Vergleichung mit früheren Perioden lässt sich nun diese ganze Figur zu einem einzelnen Strausse zusammendrücken. Solches ist in dem oberen Fächer der Fig. 159 geschehen. Die Seitenzweige

---

[1] H. LECOQ, *Géographie botanique.* 1854. Vergl. auch ALPH. DE CANDOLLE, *Géographie botanique raisonnée* II. p. 1100—1102.

gehen hier nicht mehr von einem einzigen Punkte aus. Damit soll angedeutet werden, dass das Bild eine längere Reihe von Generationen umfasst, in denen sich die Abzweigungen wiederholten.

Nehmen wir nun, wie gesagt, an, dass die Vorfahren unserer *Oenothera* nicht stets mutabel gewesen sind, so muss unser Strauss nach unten abgeschlossen sein, und ihm muss, sozusagen, ein Stiel ohne Nebenzweige vorangegangen sein. Verfolgen wir diesen Stiel nach abwärts, so müssen wir offenbar wieder bald in eine andere Mutationsperiode gelangen, und zwar in eine, welche allerdings nicht der unmittelbaren Beobachtung zugänglich ist, von der aber noch so zahlreiche Ueberreste zu uns gelangt sind, dass wir mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit schliessen dürfen, dass die Erscheinungen in jener Periode in der Hauptsache ähnliche waren wie in der von mir beobachteten. Ich meine die Differenzirung der Untergattung *Onagra* und ihrer zahlreichen Arten, wie *O. biennis L., O. muricata L., O. cruciata Nutt.* u. s. w. Ueber diese hypothetische Periode habe ich im ersten Bande, S. 315, bereits gesprochen, und im zweiten Bande habe ich gelegentlich der Behandlung der collateralen und avunculären Kreuzungen ein mehr ausgearbeitetes Schema entworfen. In diesem Schema ist sie als eine zusammengesetzte vorgeführt worden, d. h. mit mehreren auf einander folgenden Mutationen auf denselben Aesten (S. 470). In unserer Fig. 158 ist diese *Onagra*-Periode nach demselben Muster gezeichnet worden als der auf ihr folgende Strauss der Abkömmlinge der *Oenothera Lamarckiana.*

Wir können nun offenbar unsere Figur abwärts fortsetzen. Wir gelangen dabei zunächst zu der Untergattung *Euoenothera,* von der manche Arten den Species von *Onagra* zum Verwechseln ähnlich sind und sogar oft mit diesen verwechselt werden (z. B. *O. odorata* mit *O. suaveolens*). Von dieser gelangen wir zu der Gattung *Oenothera* selbst, während andere Untergattungen Seitenzweige bilden, von denen *Kneiffia* (vergl. oben Fig. 54, S. 320) und *Xylopleurum* als Beispiele in Fig. 158 gewählt worden sind.

An die mehrfach besprochenen Ueberreste solcher vorübergegangener, aber doch verhältnissmässig jüngerer Mutationsperioden braucht hier nur erinnert zu werden.[1] *Draba verna* nach Jordan und Rosen (Bd. I, S. 121 und Fig. 3 auf S. 15), *Viola tricolor* (Bd. I, S. 16, Fig. 4) nach Wittrock's oben mehrfach citirten Untersuchungen (oben S. 96 u. s. w.), *Hieracium, Rubus, Rosa, Helianthemum* und so viele andere Gattungen

[1] Nach Wasmann's schönen Untersuchungen scheinen gewisse mit den Ameisen zusammen lebende Coleopteren (Dinardinen) augenblicklich noch im Zustande der Mutation befindlich zu sein. *Biolog. Centralblatt.* XXI. Nr. 22/23. Dec. 1901.

mit ihren zahllosen, äusserst nahe verwandten Arten bilden solche Gruppen. STANDFUSS, der auf experimentellem Wege die Beziehungen nahe verwandter Arten bei den Insecten erforschte, bedient sich in

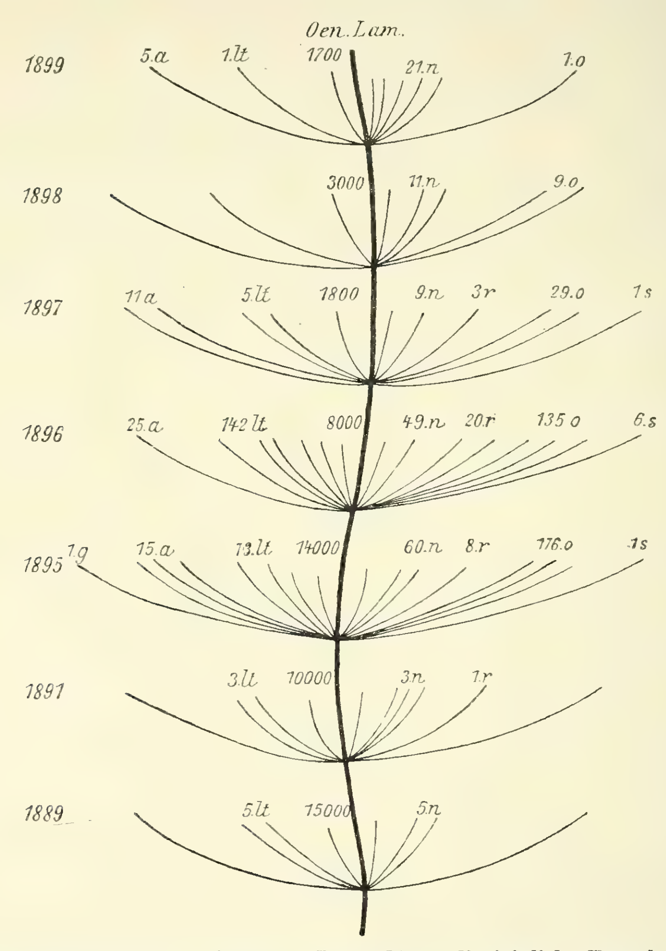


Fig. 158. Stammbaum von *Oenothera Lamarckiana,* die jährliche Entstehung neuer Arten im Versuchsgarten in den Jahren 1889—1899 darstellend. *g O. gigas, a O. albida, lt O. lata, n O. nanella, r O. rubrinervis, o O. oblonga, s O. scintillans.* Die den Buchstaben vorgesetzten Zahlen bedeuten die Anzahl, in der die betreffende Art jedesmal auftrat. Die Zahlen an dem Hauptstamme geben den Umfang der Culturen an.

solchen Fällen des bezeichnenden Ausdruckes „explosiv erfolgende Umgestaltungen".[1] Jede artenreiche Gattung macht ihm den Eindruck

[1] M. STANDFUSS, in den oben S. 34 angeführten Schriften, namentlich *Experim. zool. Studien.* S. 39.

einer Explosion. Es sieht aus, als ob eine ursprüngliche Art in Hunderte von Stücken zersprengt würde. Die einzelnen Stücke,

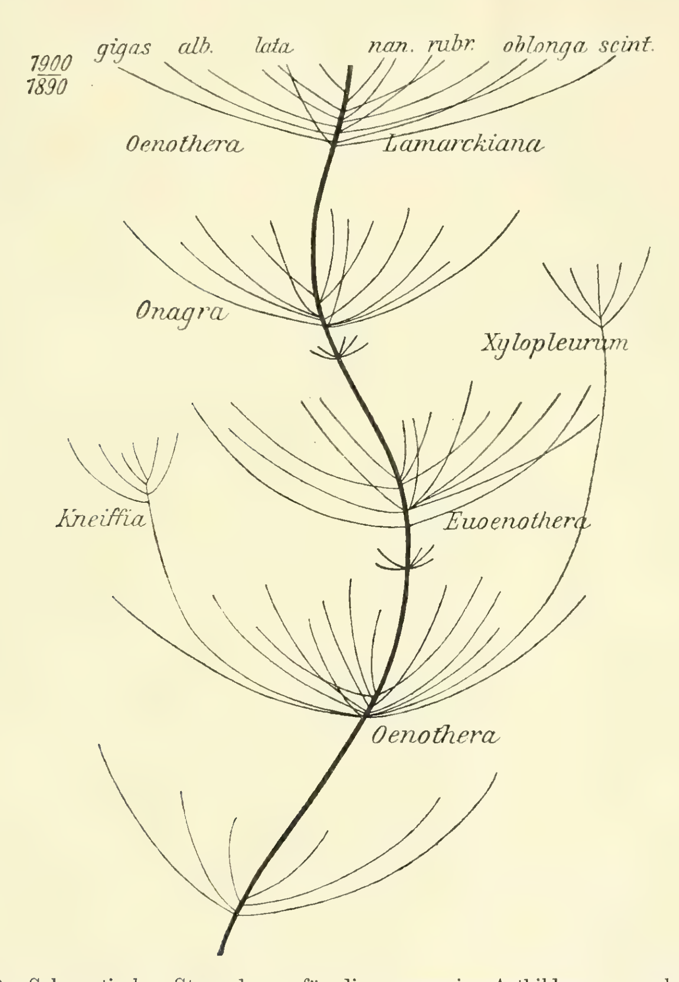


Fig. 159. Schematischer Stammbaum für die progressive Artbildung, ausgehend von *Oenothera Lamarckiana*. Die obere Gruppe ist eine reducirte Form der Fig. 158 und enthält dieselben neuen Arten. *Onagra* ist die Untergattung, zu der die *Oen. Lamarckiana* gehört. *Euoenothera, Kneiffia* und *Xylopleurum* sind andere Untergattungen von *Oenothera*. Die beiden eingeschalteten kleinen Gruppen von Seitenzweigen sollen die mehrfachen zwischenliegenden Mutationsperioden andeuten. Die Figur wäre nach unten in ähnlicher Weise weiter fortzusetzen.

soweit sie am Leben geblieben sind, sind die jetzigen Arten. Die Gattung selbst ist eigentlich nur die ursprüngliche Art, die Sammelart oder Grossart.

Unsere Fig. 158 können wir nach unten in ähnlicher Weise noch weiter fortsetzen. Von den elementaren Arten kamen wir zu den Sammelarten, von diesen zu den Untergattungen und Gattungen. Den älteren Explosionen entsprächen die Unterfamilien und Familien und alle die höheren Abstufungen des Systems. Wäre das ganze System uns lückenlos bekannt und hätte der Stammbaum die Form einer gewöhnlichen dichotomischen Tabelle, so würde jeder Verzweigungspunkt für uns die Stelle eines Arten-Fächers bedeuten, von der aber nur die auserwählten und nicht alle die entstandenen Seitenzweige in das Bild aufgenommen wären.

Soviel über die Speculationen, zu denen eine Bejahung der oben gestellten Frage (S. 698) führen würde. Im nächsten Paragraphen werden wir sehen, wie naturgemäss diese den Ergebnissen der paläontologischen Forschung entsprechen. Jetzt haben wir aber noch zu erörtern, was aus einer Verneinung derselben Frage abzuleiten wäre.

Diese Verneinung wäre die Behauptung, dass alle Vorfahren unserer *Oenothera*, rückwärts bis zu den Urorganismen, mutabel gewesen wären. Wir verbinden diesen Satz zunächst mit zwei wichtigen Ergebnissen der Erfahrung. Erstens ist die *Oenothera* offenbar nicht die einzige mutable Pflanze. Auch die Tomaten verkehren, nach den Untersuchungen von Bailey und von White, augenblicklich wohl in einer solchen Periode, und die Cocospalmen müssen eine solche nach ihrer Einführung in den Indischen Archipel durchlaufen haben. Ueberall im Pflanzenreiche giebt es Ueberreste von Mutationsperioden, und wir würden somit zu einem reich verzweigten Stammbaume gelangen, in welchem, von den jetzt lebenden Explosionsgruppen rückwärts, die Linien alle stets nur von mutablen Vorfahren gebildet sein müssten. Denn dass die Mutabilität eine ununterbrochene sei, ist gerade die Voraussetzung, von der die Behauptung ausgeht.

Aber nicht alle Pflanzen und Thiere sind jetzt mutabel; gerade im Gegentheil ist die Mutabilität eine recht seltene Erscheinung. Dieser Umstand lässt sich mit der Theorie der mutablen Hauptlinien des Stammbaumes nur so in Einklang bringen, dass man annimmt, dass diese Linien seitlich Zweige hervorbringen, in denen das Mutationsvermögen verloren geht. Oben habe ich, mittelst Kreuzungsversuchen (S. 451), den Nachweis zu liefern versucht, dass in meiner *Oenothera rubrinervis* das Mutationsvermögen für die *Nanella*-Eigenschaft verschwunden ist, obgleich ihre Vorfahren, die echte *O. Lamarckiana*, dieses in erheblichem Grade (zu etwa 1 %) besitzen. So können wir uns denken, dass vielfach die Mutabilität aufhört; es brauchen dazu ja, nach den im vorigen Kapitel erörterten Principien, die inneren

Anlagen nur aus ihrer schwankenden in eine feste Lage übergebracht zu werden.

Der ganze Stammbaum würde uns dann als ein reich verzweigtes System mutabler Linien erscheinen, welche lückenlos zusammenhängen, aber überall, wenn ich so sagen darf, umkleidet sind von immutablen Seitenzweigen. Diese würden sich etwa zum Stamme verhalten, wie die laubtragenden Kurztriebe unserer Bäume zu den die Krone bildenden Langtrieben.

In jeder Gattung und jeder Untergattung gäbe es dann wenigstens eine mutable Species, von der die übrigen abstammen, sei es, dass die erstere in ihrer Mitte noch lebt, sei es, dass sie bereits ausgestorben wäre. In den ersteren muthmasslich seltenen Fällen stimmten diese Mutterarten wohl am nächsten mit den oben besprochenen Gattungstypen GÄRTNER's überein (S. 36), welche ja nach ihrem Verhalten bei den Bastardirungen als die centralen oder Urformen der Gattung zu betrachten sind.

Es ergiebt sich leicht, dass der Gegensatz zwischen den beiden Stammbaumbildern, zu denen eine Bejahung und eine Verneinung unserer Hauptfrage führen, eigentlich kein principieller ist, und dass beide sich verbinden lassen, wenn man von ersterem die periodische Mutabilität, von letzterem die zahlreichen immutablen Seitenzweige als Hauptsache betrachtet.

Wenden wir nun hierauf die Folgerungen an, zu denen DANIELE ROSA auf paläontologischem Gebiete in seinen höchst wichtigen Studien über die zunehmende Verminderung der Veränderlichkeit in Verbindung mit der Entstehung und dem Aussterben der Arten gelangt ist.[1] Er zeigte auf Grund einer eingehenden Betrachtung der grösseren Stämme der Lebewesen in der Vorzeit, dass die Aussicht auf Erhaltung für Gattungen und Familien sowohl, wie für ganze Ordnungen überall nachweislich mit ihrem Formenreichthum zusammenhängt. Beispiele wie die *Lingula*, welche seit den cambrischen Zeiten mit höchst geringen Aenderungen bis auf die Jetztzeit am Leben geblieben ist, sind äusserst selten.[2] Dagegen sehen wir überall die kleineren

[1] D. ROSA, *La riduzione progressiva della variabilità, e i suoi rapporti coll' estinzione et coll' origine delle specia.* Torino 1899. Deutsch von H. BOSSHARD, *Die progressive Reduktion der Variabilität und ihre Beziehungen zum Aussterben und zu der Entstehung der Arten.* Jena 1903. G. CATTANEO, *I limiti della variabilità.* Rivista di Sc. Biolog. 1900. Vol. II. No. 1—2. Vergl. namentlich auch E. D. COPE, *The law of the unspecialized;* Primary factors of organic evolution. Chicago 1896.

[2] Weitere Beispiele bei HUXLEY, *Proceed. Roy. Inst.* III. p. 151 und POULTON, *Brit. Assoc.* 1896, *Zool. Section, Presidential Address.* Für die Foraminiferen vergl. CARPENTER, *Introduction to the study of the Foraminifera.* 1862. p. XI etc.

Gruppen früher oder später aussterben, während nur dort, wo die Variabilität, d. h. die Production neuer Formen, in ausgiebigster Weise thätig war, die Gruppen sich durch längere Zeiten fortsetzen. Unveränderlichkeit ist das Todesurtheil, nur wer sich den wechselnden Lebensbedingungen leicht und rasch und möglichst allseitig anschliessen kann, bleibt am Leben. Die artenbildende Variabilität ist somit nicht in einer immer und überall vorhandenen Veränderlichkeit begründet, sondern die Folge ganz specieller, in den einzelnen Gruppen nur zu oft fehlender Bedingungen.

Wenn man annimmt, dass die Mutabilität in den Hauptlinien des Stammbaumes eine ununterbrochene ist, und dass der Verlust dieses Vermögens nicht, oder doch in der Regel nicht, rückgängig zu machen ist, so ist es klar, dass jeder Zweig des Stammbaumes, das heisst also jede grössere oder kleinere Gruppe, zum Aussterben verurtheilt ist, so bald die mutablen Arten in ihr, durch irgend welche Umstände, erloschen sind. Umgekehrt sieht man leicht ein, dass, je zahlreicher die mutablen Typen sind, um so grösser die artenbildende Variabilität der ganzen Gruppe, und um so grösser die Aussicht auf Erhaltung im Laufe der geologischen Zeiten sein muss.

Ohne eine Entscheidung treffen zu wollen, scheint mir die Aussicht, dass die Mutabilität sich im Laufe der geologischen Zeiten ohne jegliche Unterbrechung erhalten würde, eine so geringe sein, dass die Annahme von abwechselnden, mutablen und immutablen Perioden sich kaum wird abweisen lassen. Namentlich auch weil sie sich ja mit den Ansichten von Rosa keineswegs im Widerspruch befindet.

§ 13. Die iterative Artbildung.

Nach allen Anzeichen entstehen die Arten gesellig und treten sie in den geologischen Ablagerungen sprungweise auf.[1] In ausführlichen Studien hat namentlich Koken diese Art des Auftretens neuer Formen in den geologischen Schichten für unterschiedene Abtheilungen nachgewiesen.[2] Er bezeichnet diese Erscheinung als iterative Artbildung. Eine persistente Art treibt nach ihm von Zeit zu Zeit „Varietäten", die gleichsam schwarmartig auftreten, während dazwischen mehr oder weniger lange Ruhephasen liegen. Er beobachtete dies zuerst bei den

[1] W. O. Focke, *Die Pflanzenmischlinge.* 1881. S. 509.

[2] E. Koken, *Paläontologie und Descendenzlehre,* Jena 1902, und die dort citirte Literatur. Vergl. namentlich S. 12—13. Vergl. auch W. B. Scott, *On variations and mutations.* Am. Journ. Sc. Vol. 48. p. 355.

älteren Gastropoden, aber auch bei Craniaden, Pectiniden u. s. w. sind Fälle iterativer Artbildung beschrieben.

Es scheint mir einer weitläufigen Auseinandersetzung nicht zu bedürfen, um zu zeigen, dass die im vorigen Paragraphen aus den unmittelbaren Beobachtungen des Mutationsvorganges abgeleitete Vorstellung sich diesen Ergebnissen der paläontologischen Forschung in durchaus einfacher und befriedigender Weise anschliesst, während die Selectionslehre nur durch Hülfshypothesen zu der Annahme einer Periodicität gelangen könnte. Auch hat White, der die betreffenden Erscheinungen von der paläontologischen Seite gründlich erforscht hat,[1] jüngst die Congruenz meiner Vorstellungsweise mit seinen diesbezüglichen Folgerungen hervorgehoben.[2] Unsere Fig. 159 (S. 701) könnte ohne Weiteres als schematische Darstellung für die angeführte Schilderung Koken's benutzt werden. In jeder einzelnen Periode treten die neuen Formen schwarmartig auf, während die Perioden selbst durch Ruhepausen getrennt sind. Nach der Selectionslehre sollen sich die Arten in neue umwandeln; nach der Mutationslehre geht die Stammart nicht unter, während die Extreme sich fortpflanzen. Im Gegentheil sehen wir bei den Oenotheren den Hauptstamm, die *O. Lamarckiana*, ungeschwächt sich vermehren; ihre Abkömmlinge haben die grösste Mühe, sich im Freien neben ihr zu behaupten. Die Paläontologie kennt aber, wie Koken hervorhebt, zahlreiche Fälle, wo die Stammart neben den Zweigarten bestehen bleibt, ja bisweilen noch persistirt, wenn diese wieder verschwunden sind.

Die genetische Verbindung der einzelnen Typen lässt sich durch Experimente nachweisen, während sie in der Paläontologie offenbar nur aus den verwandtschaftlichen Beziehungen geschlossen werden muss. Sonst scheint alles dasselbe zu sein. „Die Schwärme von Varietäten und Arten liegen gleichsam stockwerkartig übereinander. Aehnliche Formen wiederholen sich, indem sie zu verschiedenen Zeiten aus dem konservativen Stammhalter hervorgehen, aber nicht, indem sie eine der anderen die Existenz gaben.“[3] Die Paläontologie hat den grossen Vorzug, die aufeinander folgenden Stockwerke als solche unmittelbar nachweisen zu können, die vergleichende Wissenschaft leitet sie aus den systematischen Gruppirungen ab, aber das Experiment wird wohl stets sich nur auf ein einzelnes Stockwerk zu beschränken haben.

---

[1] Charles A. White, *The relation of biology to geological investigation.* Report of the U. S. Nat. Mus. 1892. p. 245.

[2] Ders., *The saltatory origin of species.* Bull. Torrey Bot. Club. Aug. 1902.

[3] E. Koken, *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsamt.* 1896. S. 40.

In der Paläontologie pflegt man die zeitlich aufeinander folgenden Einzelformen einer Gruppe, durch welche allmählich ein Typus umgestaltet wird, nach dem Vorgange WAAGEN's, als Mutationen zu bezeichnen, während man für die gleichzeitig nebeneinander lebenden Gebilde, die Strahlen eines Fächers oder die Einheiten eines Schwarmes in unserem Bilde, Fig. 159, den Namen Varietäten anwendet. In diesem Sinne verhalten sich meine neuen Oenotheren zu einander wie Varietäten, zu der Stammform aber wie Mutationen.[1] Doch dürfte die paläontologische Bezeichnungsweise sich in der experimentellen Wissenschaft als eine sehr unbequeme erweisen, und ist der ältere Begriff der Mutationen, wie ihn die Botaniker lange vor WAAGEN benutzten, jedenfalls vorzuziehen. Und was Varietäten sind, darüber lässt sich immer streiten.[2]

§ 14. Die biochronische Gleichung.

Die Eigenschaften der Organismen sind nicht unzählbar. Mag uns der Bau einer höheren Pflanze oder eines höheren Thieres auch noch so verwickelt erscheinen, und mag die Zahl ihrer Factoren anfangs fast den Eindruck machen, unendlich zu sein, niemand wird bestreiten, dass bei eingehenderer Betrachtung die Organisation zwar keine einfache, aber doch eine sehr viel einfachere ist, als es auf den ersten Blick den Anschein hatte.

Auf 28000 Arten von Vertebraten giebt es nur einige Hunderte von Organen, auf denen die Variabilität und der Formenreichthum beruhen, sagt COPE.[3] Betrachtet man die dichotomischen Bestimmungstabellen für die verschiedensten Gruppen von Thieren und Pflanzen, so ist man erstaunt über die geringe Zahl von Merkmalen, welche zur Identificirung einer Art erforderlich sind. Fasst man für eine einzelne Form die Diagnose der Art, Gattung, Familie, Ordnung u. s. w. zusammen, so gelangt man doch nur zu der Aufzählung einer ganz kleinen Reihe von Kennzeichen. Versucht man es, eine höhere Pflanze möglichst vollständig zu beschreiben, so gelangt man mit Mühe zu einigen Hunderten von Merkmalen, aber auch unter Berücksichtigung

[1] Vergl. H. E. ZIEGLER, *Ueber den derzeitigen Stand der Descendenzlehre in der Zoologie,* Jena 1902 und dens. im *Zool. Centralblatt.* 1902. Nr. 14/15.

[2] Vergl. diesen Abschnitt § 3, S. 643. SAGERET umschrieb die Mutationen als „Variétés, qui se forment sous nos yeux". *Ann. Sc. nat.* 1826. p. 299.

[3] E. D. COPE, *The primary factors of organic evolution.* 1896.

des inneren Baues,[1] der latenten Eigenschaften u. s. w. ist es sehr schwer, in die Tausende von Charakteren zu gelangen. Den ganzen Umfang dieser Schwierigkeit beurtheilt man am besten, wenn man berechnet, dass eine solche Einzelbeschreibung Hunderte von Druckseiten erfordern würde.

Die Zusammensetzung unseres Auges ist eine erstaunliche: die Reihe von Zwischenstufen zwischen ihm und dem einfachen Pigmentflecken ist ungemein gross, und nach der Selectionslehre würde es Millionen von Jahren erfordern, um auf dem Wege der gewöhnlichen Variabilität von jenen ersten Anfängen zu diesem hohen Grade der Organisation zu gelangen.[2] Aber MURPHY, BROOKS und viele Andere haben darauf hingewiesen, dass aus diesen Ueberlegungen noch keineswegs gefolgert werden darf, dass es so geschehen sein muss.[3] Gerade im Gegentheil sollte die ausserordentlich lange Zeit, welche die Theorie erfordert, uns vermuthen lassen, dass irgend ein Fehler in die Beweisführung sich eingeschlichen haben könne.

Hier entfaltet die Mutationstheorie, von allgemeinen Gesichtspunkten betrachtet, vielleicht ihre grössten Vorzüge vor der herrschenden Selectionslehre. Habe ich im ersten Abschnitt des ersten Bandes versucht, nachzuweisen, dass sie sich den Erfahrungsthatsachen in viel besserer Weise anschliesst, hier zeigt es sich, dass ihre Anwendung auf die grossen Probleme des Lebens frei ist von jenen unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche von so vielen Forschern der Selectionslehre vorgeworfen wurden.

Die Selectionslehre erfordert fast unendliche Zeiten für die Entwickelung der Organismen; für die Mutationslehre aber genügt die Zeit, welche die physikalische Geologie dem Leben zuweist, durchaus. Dieser Satz wurde wohl zuerst von BROOKS im Anschluss an HUXLEY in völlig klarer Weise ausgesprochen, als er zeigte, wie alle diese Schwierigkeiten der Selectionslehre, welche nach manchen Forschern bis zu 2 500 000 000 Jahren für den ganzen Evolutionsprocess des Lebens erfordert, beseitigt werden können, wenn man von Zeit zu Zeit und verhältnismässig plötzlich auftretende stossweise Umwandlungen annimmt.[4]

Für die Dauer des Lebens auf der Erde gelangen die hervor-

---

[1] A. GRAVIS, *Rech. anat. sur les org. végét. de l'Urtica dioica.* Mém. sav. étr. Acad. Belge. T. XLVII. 1884 und ders. *Rech. anat. et phys. sur le Tradescantia virginica.* Ebendaselbst. 1898.

[2] DARWIN, *Origin of Species.* p. 143.

[3] W. K. BROOKS, *Heredity.* 1883. 2. Aufl. S. 283.

[4] W. K. BROOKS, *Heredity.* S. 286.

ragendsten Forscher zu einer Periode von etwa 24 Millionen Jahren. Haben nun die Vorfahren unserer *Oenothera Lamarckiana*, vom Anfang an, im Mittel in jedesmal 4000 Jahren auch nur eine Mutation durchlebt, welche sie um je eine einzige Eigenschaft reicher gemacht hat, so kann der Bau unserer Pflanze doch schon 6000 Charaktere aufweisen, während die vergleichende und beschreibende Wissenschaft kaum jemals eine so hohe Zahl für sie zusammenbringen wird.

Diese sehr einfache Berechnung lehrt uns jedenfalls, dass es sich hier gar nicht um fast unendliche Grössen oder um unvorstellbare Verhältnisse handelt. Weder die Zahl der durchlaufenen Mutationsperioden, noch auch jene der darin erworbenen Charaktere braucht unserem Verständnisse unzugänglich zu sein. Vielmehr sind nach dieser Auffassungsweise die Erscheinungen solche, dass sie zu immer tieferer Erforschung anregen.

Liegt auch das gewählte Beispiel uns am nächsten, so wollen wir an seiner Stelle doch die Beziehung der Organisationshöhe zu der Geschwindigkeit des Evolutionsprocesses von einem mehr allgemeinen Gesichtspunkte aus betrachten. Ich muss dazu die einzelnen Factoren in möglichster Kürze vorführen, und fange mit der biologischen Zeit an.

Die biologische Zeit oder die Dauer des Lebens auf der Erde haben viele Forscher annähernd zu bestimmen versucht. Auf sehr verschiedenem Wege sind die besten unter ihnen dabei zu Ergebnissen gelangt, welche in höchst befriedigender Weise übereinstimmen. Dadurch erhalten aber die Berechnungen, welche ihrer Natur nach stets mehr oder weniger vage sind, doch einen hohen Grad von Ueberzeugungskraft.

Ich entnehme das Folgende[1] theilweise den grundlegenden und anerkannten Forschungen Lord Kelvin's, theilweise der klaren und übersichtlichen Darstellung, welche W. J. Sollas in seiner Eröffnungsrede als Vorsitzender der geologischen Abtheilung der *British Association* in der Versammlung vom September 1900 gegeben hat, und zum übrigen Theile den neueren Forschungen von Dubois.

Lord Kelvin stützte seine ersten Berechnungen auf die Zunahme der Temperatur in den Grubenschachten.[2] Doch ist diese Zunahme

[1] Eine ausführliche Uebersicht findet sich im *Album der Natuur.* Sept. 1901 und in H. Charlton Bastian, *Studies on heterogenesis.* London 1901. p. I—X. Vergl. ferner *Nature.* Sept. 1900. *Revue Scientifique.* April 1901.

[2] Sir William Thomson (jetzt Lord Kelvin), *The secular cooling of the earth.* Transact. Roy. Soc. Edinburgh 1862. Vol. 23.

nach späteren Untersuchungen eine sehr wechselnde. Die älteren Bestimmungen ergaben 25—37 oder sogar 50 Meter für jeden Grad Celsius; in der Gegend der nordamerikanischen Seeen findet man aber in einem Schachte von 1396 m eine Zunahme von 1^0 C. pro 122 m, und bei Przibram in Böhmen beobachtete man eine Zunahme von einem Grade auf jede 69 m. Da diese beiden späteren Beobachtungsreihen in Gegenden gemacht worden sind, welche von zufälligen Wärmequellen jedenfalls weiter entfernt sind als die älteren Gruben, so ist anzunehmen, dass die Erde schon erheblich stärker abgekühlt ist, als man damals meinte, und die von Lord Kelvin angenommene Dauer von 20—40 Millionen Jahren erscheint jedenfalls als nicht zu hoch gegriffen.

G. Darwin berechnet, dass die Abtrennung des Mondes von der Erde vor mindestens 56 Millionen Jahren stattgefunden hat, und Geikie schätzte 100 Millionen Jahre als das Maximum für die Existenz der festen Kruste. Allgemein ist man der Ansicht, dass dieser Kruste, geologisch gesprochen, sehr bald nach ihrer Entstehung die Bildung des Meeres gefolgt ist, und dass auch weiter keine sehr lange Zeit erforderlich war, um das Wasser so weit abzukühlen, dass das Leben möglich wurde.

Weitere Unterlagen für derartige Berechnungen giebt die Thätigkeit der Flüsse. Diese führen bestimmte gelöste Salze dem Meere zu. Man kann nun aus ihrem mittleren Gehalte an Kochsalz und aus dem Volumen des Wassers, das sie jährlich in's Meer bringen, berechnen, um wie viel der Salzgehalt der Meere dabei zunimmt. Man berechnet ferner den ganzen Vorrath an gelöstem Salze in den Oceanen und findet durch Division, wie viele Jahre zur Anhäufung dieser Menge erforderlich sind. Joly fand in dieser Weise für die Flüsse ein Alter von 90 Millionen Jahren. Aber es ist höchst wahrscheinlich, dass das Festland anfangs viel reicher an Kochsalz war, und dass die Flüsse es allmählich mehr oder weniger erschöpft haben. dass sie somit früher mehr Salz in's Meer brachten als jetzt. Sollas bringt denn auch das Ergebniss von Joly auf höchstens 55 Millionen Jahre zurück.[1]

Eugène Dubois hat den Kalkgehalt der Flüsse zum Ausgangspunkt seiner Berechnungen gemacht.[2] Er geht davon aus, dass

[1] Ueber diese Berechnungen vergleiche man auch E. Dubois, *Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam.* Jan. 1902. S. 503.

[2] E. Dubois a. a. O. S. 495 und ferner: a. a. O. Juni und Aug. 1900. Ders., *Over den Kringloop der stof op aarde.* Leiden 1899 und *Over den ouderdom der aarde,* Kon. Ned. Aardryksk. Genootsch. 1900.

Kohlensäure die Quelle für die Assimilation der Pflanzen ist, und dass dieser Process der einzige ist, bei dem im Grossen freier Sauerstoff entsteht. Seine Betrachtungen leiten zu der Vorstellung, dass der ganze Vorrath an Sauerstoff in der Atmosphäre in dieser Weise frei geworden sei. Die Kohlensäure aber wird durch vulkanische Wirkungen in die Luft gebracht. Hier angelangt, wird sie zum Theil von den Pflanzen zersetzt, zum Theil zerlegt sie selbst die Gesteine, und bildet namentlich mit dem Kalk und der Magnesia Salze, welche vom Regenwasser ausgelaugt und von den Flüssen dem Meere zugeführt werden. Hier aber werden diese Salze wiederum in der Form von Korallenbänken, Muscheln u. s. w. festgelegt, und es entstehen die mächtigen Kalkschichten, welche einen so höchst bedeutenden Theil der festen Erdkruste bilden. Die Mächtigkeit, bezw. das Volum dieser Schichten lässt sich ganz gut schätzen, und giebt, dividirt durch die jährliche Zufuhr, eine Vorstellung von der Dauer des ganzen Processes. Führt man die Berechnung nur für den Kalk aus, so fand DUBOIS 45 Millionen Jahre; für Kalk und Magnesia zusammen aber selbstverständlich eine kürzere Zeit, und zwar 36 Millionen.

Zwei weitere Berechnungsmethoden habe ich noch kurz zu erwähnen. HELMHOLTZ fand, dass die Sonne nur etwa 20 Millionen Jahre mit annähernd derselben Energie geschienen haben kann wie jetzt, und für diese erste Bedingung des Lebens auf der Erde hat man also eine Dauer von etwa dieser Länge anzunehmen. Und die am meisten bekannte Schätzung aus der Gesammtdicke der geologischen Schichten und der Geschwindigkeit des Absatzes, von 80 km Schichtdicke und etwa 30 cm Zunahme pro Jahrhundert, führt zu der Annahme von 26 Millionen Jahren für die ganze Zeit.

Etwa 20—40 Millionen bilden also wohl die Grenzen, zwischen denen die Dauer des Lebens auf der Erde liegt. Und Lord KELVIN, der vor wenigen Jahren die einschlägigen Daten kritisch zusammengestellt hat, gelangt zu dem Endschlusse, dass man, vorläufig und mit aller Reserve, diese Dauer auf etwa 24 Millionen Jahre feststellen darf.[1]

Wir nehmen somit diese Zahl vorläufig und behufs einer möglichst klaren Vorstellung für unsere Berechnungen an.

Die zweite Frage ist diese: Wie rasch sind die einzelnen Mutationsperioden muthmaasslich aufeinander gefolgt? Daten zur Ermittelung dieses Factors haben wir sehr wenig. Die Pflanzen-

[1] Vergl. die Uebersicht in *Phil. Mag.* Jan. 1899.

theile, welche in den Gräbern der Pyramiden neben den Mumien und in anderen Denkmälern aus derselben Periode erhalten sind, wie Blumen, Blätter, Früchte, Getreide, Stroh und die Unkräuter der Aecker, deuten bekanntlich auf ein hohes Alter vieler noch jetzt lebender Arten hin. Sehr zahlreiche Arten sind zweifelsohne älter als die Pyramiden, und sind somit mindestens während etwa 4000 Jahren unverändert geblieben. Die Ueberbleibsel der Pfahlbauten,[1] die Abbildungen auf römischen Münzen und zahlreiche andere Thatsachen führen zu ähnlichen Schätzungen.[2] Andererseits führt die Seltenheit mutirender Pflanzen im Vergleich zu den immutablen, sowie auch die geringe Anzahl der artenreichen, schwarmartigen Gattungen und der anderen Gruppen im Verhältniss zu den gewöhnlichen Typen der europäischen und amerikanischen Floren auf ganz anderen Gründen zu Ermittelungen, welche die obigen Folgerungen nur stützen können.

Wir dürfen also vorläufig wohl annehmen, dass zwischen zwei aufeinander folgenden Mutationen im Mittel einige wenige Jahrtausende vergehen.

Allerdings liegt es auf der Hand, vorauszusetzen, dass die Geschwindigkeit des Evolutionsprocesses keineswegs immer dieselbe gewesen ist. Einerseits ist zu vermuthen, dass sie im Grossen und Ganzen im Anfang rascher war als jetzt.[3] Andererseits muss es Perioden grösserer Mutabilität und Perioden relativer Stauchung des Fortschrittes gegeben haben, vielleicht für das ganze Reich der Organismen, gewiss aber in einzelnen Stämmen, wodurch einige ihre hohe Differenzirung in derselben Zeit erreicht haben, in der in anderen Stämmen der Fortschritt nur ein ganz unbedeutender war. Die Cambrische Periode theilt die biologische Zeit etwa in zwei gleich lange Hälften. Aus der Vorcambrischen Zeit sind uns keine fossilen Ueberreste bekannt; im Cambrium treten die wirbellosen Thiere in allen wichtigeren Gruppen plötzlich auf, und sind von Pflanzen auch die Algen reich vertreten. Nur die Stämme, welche sich auf dem Festlande entwickelt haben, gehören, wie es scheint, ganz der Nachcambrischen Zeit an.

In einer sehr anziehenden Schilderung hat Brooks gelehrt, wie man sich diesen Uebergang aus der fossillosen in die fossilreiche

[1] Osw. Heer, *Die Pflanzen der Pfahlbauten.* Schweiz. Naturf. Gesellsch. 1866. Nr. LXVIII, mit 1 Tafel. Ferner C. Schröter und J. Heer, *Lebensbild von Oswald Heer.* Zürich 1885.

[2] Beispiele über das Alter von Pflanzenarten findet man bei de Candolle, *Géographie botanique* II. 1063—1068, 1086 u. s. w.

[3] Vergl. hierüber meinen oben citirten Vortrag. S. 52—57.

Periode zu denken hat.[1] In der ersteren war das Leben vorwiegend auf die oberen Schichten des Meeres beschränkt, so weit die Sonnenstrahlen hinabdringen und die Entwickelung kleiner Algen, diese fast einzige Ernährungsquelle des Meeres, ermöglichen konnten. Die Thiere verliessen damals dieses Gebiet noch nicht; dementsprechend waren sie meist klein und von weichem Bau, ohne Theile, welche fossil werden konnten. Erst die Entdeckung, wie Brooks es nennt, der Möglichkeit des Lebens auf dem finsteren Meeresboden, auf Kosten der herabsinkenden Leichname der Schwebewelt, hat ausgedehnte und vielfach wechselnde Wohnstätten dem Leben entschlossen. Erst sie war somit die Veranlassung zu einer raschen und reichen Entwickelung in jenen zahlreichen Richtungen, welche jetzt noch die Hauptstämme der Lebewelt bilden.

Neben dieser allgemeinen Periode rascherer Evolution nimmt Brooks, mit anderen Forschern, auch noch specielle Zeitabschnitte grösserer Variabilität an. Namentlich die Entwickelung der Landthiere und die des Menschen werden von ihm hervorgehoben (a. a. O. S. 217). Aber auch sonst deutet die Gruppirung des paläontologischen Materiales auf Perioden hin, in denen die Artbildung rascher gearbeitet hat.[2]

Waren in solchen Perioden die einzelnen Mutationen grösser, oder folgten sie nur rascher aufeinander?[3] Diese Frage gehört der vergleichenden Anatomie und Systematik an, und braucht hier nur angedeutet zu werden. Einige Forscher sind der einen, andere der anderen Meinung. Nimmt man grössere Umbildungen für jede einzelne Mutation in solchen Perioden an, so kann man sie mit einem besonderen Namen belegen, und mit Schneider Descensen nennen.[4] Einen principiellen Gegensatz giebt es dabei nicht, auch können dieselben Umprägungen nach Schneider in gewissen Stämmen den Werth von Descensen erreichen, während sie in anderen nur von untergeordneter Bedeutung bleiben.

Es handelt sich für mich aber einstweilen nur um eine annähernde und mittlere Schätzung, und alles bis jetzt Bekannte deutet darauf hin, dass die Annahme einiger weniger Jahrtausende den wirklichen Verhältnissen am nächsten kommt.

[1] W. K. Brooks, *The foundations of Zoology.* 1899. p. 215—237.

[2] Die Mutationen und Mutationsperioden. S. 56; ferner W. K. Brooks, *Foundations of Zoology.* p. 218; Ch. A. White, *The relation of biology.* p. 296 etc.

[3] E. Koken, *Paläontologie und Descendenzlehre.* 1901. S. 30.

[4] K. C. Schneider, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.* Jena 1902. S. 244, 248.

Die dritte Frage ist die, nach der Anzahl der elementaren Eigenschaften, welche eine höhere Pflanze oder ein Thier besitzt. Die Selectionslehre weist auf fast unendliche Complicationen hin. In meiner „Intracellularen Pangenesis" habe ich auseinandergesetzt, dass gerade im Gegentheil die fragliche Zahl gar keine so ausserordentlich hohe sein kann. Denn überall und stets sieht man dieselben Eigenschaften bei verschiedenen Organismen wiederkehren, manche sogar in weit auseinander liegenden Abtheilungen, selbst bei höheren Pflanzen und höheren Thieren. Ich erinnere nur an die Uebereinstimmung der chemischen Vorgänge bei der Verdauung im Magen und auf den Blättern der fleischfressenden Gewächse. Ranken und Schlingpflanzen, untergetauchte oder schwimmende Wasserpflanzen, heterostyle und cleistogame Blüthen, Parasitismus und Saprophytismus und zahllose andere Beispiele könnten angeführt werden. Ueberall macht die Natur den Eindruck, dass sie den ganzen erstaunlichen Reichthum ihrer Formen aus einer verhältnissmässig geringen Anzahl von elementaren Einheiten aufgebaut hat. Denn fast jede einzelne Eigenschaft findet man bei zahlreichen Arten, und ihre wechselnde Gruppirung und Verbindung mit den selteneren Faktoren bedingt offenbar die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Organismenwelt.[1]

Diese Auffassung vereinfacht, wie man leicht sieht, die Probleme in hohem Grade. Auch haben sich ihr seitdem verschiedene Schriftsteller angeschlossen, und noch in dem verflossenen Jahre spricht sich SCHNEIDER hierüber klar aus, indem er auch für die Thiere feststellt, dass „die Zahl der histologischen Charaktere keine übermässig grosse ist".[2]

Wie viele elementare Eigenschaften besitzt aber im Mittel eine angiosperme Pflanze oder ein höheres Thier? Ich habe es versucht, für die ersteren Listen aufzustellen. Jede solche Liste besteht aus zwei Theilen. Die erste Hälfte umfasst die Eigenschaften, welche bis zu der Ausbildung der ganzen Hauptgruppe erworben waren, und ist also für jede Blüthenpflanze dieselbe. Die zweite Hälfte umfasst die späteren Merkmale, von den Gruppen und Ordnungen bis zu den Arten und Varietäten abwärts. Man gelangt bei einer solchen Arbeit leicht zu einigen Hunderten von Einheiten, dann aber wird die Sache immer mühsamer, und stösst schliesslich auf vorläufig unüberwindliche Schwierigkeiten. Aber viel mehr als einige

[1] *Intracellulare Pangenesis.* S. 7.
[2] A. a. O. S. 248.

wenige Tausende von Merkmalen würde man für eine einzelne Pflanze am Ende gewiss nicht zusammenbringen.

Wir gelangen somit zu der folgenden Uebersicht:

1. Die Anzahl der elementaren Eigenschaften einer höheren Pflanze, d. h. also der Mutationen, welche ihre Vorfahren vom Anfang an durchlaufen haben, ist am wahrscheinlichsten auf einige wenige Tausende zu stellen.

2. Die mittleren Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Mutationen sind gleichfalls auf einige wenige Jahrtausende zu schätzen.

3. Daraus ergiebt sich, dass für die ganze Entwickelung des Pflanzenreiches und wohl auch des Thierreiches eine Zeitdauer von einigen Millionen Jahren wohl ausreicht, oder mit anderen Worten:

4. Die Mutationslehre bedarf einer längeren Dauer des Lebens als der von Lord Kelvin auf 24000000 Jahre geschätzten nicht.

Diese Sätze können wir in einfachster Weise zusammenfassen, wenn wir sagen, dass das Product aus der Anzahl der elementaren Eigenschaften eines Organismus und dem mittleren Zeitintervall zwischen zwei auf einander folgenden Mutationen bei seinen Vorfahren der biologischen Zeit gleich ist.[1] Nennen wir die erstere Grösse M (die Mutationen), die Länge der Zeitintervalle L und die biologische Zeit BZ, so haben wir also

$$M \times L = BZ.$$

Diese Gleichung habe ich die biochronische genannt.[2] Sie wird hoffentlich dazu beitragen können, die Bedeutung der elementaren Einheiten der Organismen klar zu machen, und diese dadurch immer mehr in den Vordergrund des Interesses und der Forschung zu bringen. Nur dieses soll ihr Zweck sein.

[1] Es handelt sich hier selbstverständlich stets nur um progressive Mutationen.

[2] *Die Mutationen und die Mutationsperioden.* S. 63.

Literatur.

Vorarbeiten und vorläufige Mittheilungen zu diesem Werke.

I. Variabilität und Erblichkeit.

a. Intracellulare Pangenesis. Jena 1889.

b. Fluktuirende Variabilität.

Ueber halbe Galtoncurven. Ber. d. d. bot. Ges. 1894. Bd. XII. Heft 7. — Bot. Jaarboek. 1895. VII. p. 74. — Archiv. Néerl. 1895. T. XXVIII. p. 442.

Eine zweigipflige Variationscurve. Roux' Archiv. f. Entwicklungsmechanik der Organismen. 1895. II. Heft 1. — Archiv. Néerl. 1895.

Sur les Courbes Galtoniennes des monstruosités. Bull. scient. France et Belgique. 1898. T. XXVII. p. 395.

Eenheid in veranderlijkheid. Album der Natuur. 1898. — Revue de l'Université de Bruxelles. 1898. T. III. p. 5. — University Chronicle. 1898. I. p. 311.

Over het omkeeren van halve Galton-curven. Bot. Jaarboek. 1898. X. p. 27.

Ueber Curvenselection bei Chrysanthemum segetum. Ber. d. d. bot. Ges. 1899. Bd. XVII. Heft 3.

Alimentation et Sélection. Vol. Jubil. Société biol. Paris. 1899. p. 17. — Biol. Centralbl. 1900. XX. Nr. 6.

Othonna crassifolia (L'Othon). Bot. Jaarboek. 1900. XII. p. 20.

c. Zwangsdrehungen.

Ueber die Erblichkeit der Zwangsdrehung. Ber. d. d. bot. Ges. 1889. VIII. S. 7.

Eenige gevallen van Klemdraai bij de Meekrap. Bot. Jaarboek. 1891. III. p. 74.

Monographie der Zwangsdrehungen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1891. XXIII. S. 13—206, Taf. II—XI.

Bijdragen tot de leer van den Klemdraai. Bot. Jaarboek. 1892. IV. p. 145.

Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen. Ber. d. d. bot. Ges. 1894. Bd. XII. Heft 2.

On Biastrepsis in its relation to cultivation. Annals of Botany 1899. XIII. p. 395.

d. Erblichkeit der Monstrositäten.

Sur un spadice tubuleux du Peperomia maculosa. Archiv. Néerl. 1891. T. XXIV. p. 258.

Over de erfelijkheid der fasciatiën. Bot. Jaarboek. 1894. VI. p. 72.

Over de erfelijkheid van synfisen. Bot. Jaarboek. 1895. VII. p. 129.
Erfelijke monstrositeiten in den ruilhandel der Bot. Tuinen. Bot. Jaarboek 1897. IX. p. 66.
Een epidemie van vergroeningen. Bot. Jaarboek. 1896. VIII. p. 66.
Sur la culture des monstruosités. Cps. rs de l'Acad. des Sc. Paris 1899.
Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles. Revue générale de Botanique. 1899. T. XI. p. 136.
Ueber die Abhängigkeit der Fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen, Bot. Centralbl. 1899. LXXVII.
Ueber die Periodicität partieller Variationen. Ber. d. d. bot. Ges. 1899. XVII. Heft 2. S. 45.
Over het periodisch optreden van anomalien op monstreuze planten. Bot. Jaarboek. 1899. XI. p. 46.
Sur la périodicité des anomalies dans les plantes monstrueuses. Archiv. Néerl. Série II. T. III.
Over verdubbeling van Phyllopodiën. Bot. Jaarboek. 1893. V. p. 108.

e. Mutabilität.

Over steriele Maisplanten. Bot. Jaarboek. 1889. I. p. 141.
Steriele Mais als erfelijk ras. Bot. Jaarboek. 1890. II. p. 109.
De zaadkweekerijen te Erfurt. Het Nederlandsch Tuinbouwblad. 1891. p. 327.
Gladiolus nanceianus. Het Nederlandsch Tuinbouwblad. Jan. 1892. VIII.
Tulipa Greigi, ibid. Mei 1892. — Caladium, ibid. Juli 1892. — Caladium's van Alfred Bleu, ibid. Juli 1892. — Dubbele Seringen, ibid. Sept. 1892. — Grootbloemige Canna's I et II, ibid. Dec. 1892. — Amaryllis, ibid. Sept. 1893. IX.
Sur l'introduction de l'Oenothera Lamarckiana dans les Pays-Bas. Ned. Kruidk. Archief. 1895. VI. p. 4.
Sur l'origine expérimentale d'une nouvelle espèce végétale. Cps. rs. de l'Acad. de Paris. 1900.
Sur la mutabilité de l'Oenothera Lamarckiana. Cps. rs. de l'Acad. de Paris. 1900.
Recherches expérimentales sur l'origine des espèces. Revue générale de Botanique. 1901. T. XIII. p. 1.
Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten. Vortrag in der Naturforscher-Vers. Hamburg 1901. Leipzig, Veit & Comp.
Ueber tricotyle Rassen. Ber. d. d. bot. Ges. 1902. Bd. XX. Heft 2.
On atavistic variation in Oenothera cruciata. Bull. Torr. Bot. Club. 1903.

II. Elementare Bastardlehre.

Adam's Gouden regen (Cytisus Adami). Album der Natuur. 1894.
Hybridising of monstrosities. Journ. Roy. Hortic. Soc. 1899.
Sur la fécondation hybride de l'albumen. Cps. rs. de l'Acad. de Paris, 1899 und Ref. Biol. Centralbl. 1900.
Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le Mais. Revue générale de Botanique. 1900. T. XII. p. 129.
Sur la loi de disjonction des hybrides. Cps. rs. de l'Acad. de Paris. 1900.
Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Ber. d. d. bot. Ges. 1900. Bd. XVIII. Heft 3.

Ueber erbungleiche Kreuzungen. Ber. d. d. bot. Ges. 1900. Bd. XVIII. Heft 9.

Sur les unités des caractères spécifiques. Revue générale de Botanique. 1900. T. XII. p. 257.

The law of separation of characters in crosses. Journ. Roy. Hortic. Soc. 1901. XXV. Part 3.

On artificial atavism. Proceed. Americ. Hortic. Soc. 1902.

La loi de Mendel et les caractères constants des hybrides. Cps. rs. de l'Acad. de Paris. 1903.

Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardirungsgesetze. Ber. d. d. bot. Ges. 1903. Bd. XXI. S. 45.

Befruchtung und Bastardirung. Ein Vortrag. 1903. Leipzig, Veit & Comp.

Register.

Abänderungen, spontane. I, 22. 39.
Abänderungsspielraum. I, 105.
Abbado. II, 3. 7. 73. 468. 499. 656. 676.
Abbink-Spaink. II, 638.
A × b, d. h. a befruchtet durch b. II, 10.
A + b oder a − b. II, 10.
Abgeleitete Formen. I, 455.
Abies excelsa, Fasciation. II, 544.
— Pinsapo × pectinata. II, 676.
Absterben der Samen, Beschleunigung des. I, 186.
Abutilon. I, 431. II, 52. 54.
—, bunt. I, 599.
Abweichung, anfängliche. I, 418.
Acacia. I, 258. 321.
— cornigera. I, 629.
— diversifolia. I, 426.
— verticillata. I, 629.
Acacien, Phyllodien-tragende. I, 629.
Acclimatisiren. I, 67. 71. 149.
Accumuliren. I, 369.
Acer Negundo. II, 391.
— Pseudo-Platanus, fasciirt. II, 553.
— —, tetracotyl, Fig. II, 225.
— —, tricotyl. II, 240.
— — —, verbändert. II, 233.
— —, tricotyle Bäumchen. II, 231.
— striatum variegatum. I, 611.
Achillea Millefolium. I, 434.
— —, einjährig. I, 619.
— —, rosea. I, 637.
— Ptarmica. I, 475.
Aconitum Napellus, fasciirt. II, 554.
Actaea spicata alba. II, 485.
Activer Zustand. II, 374.
Adalia bipunctata. II, 660.
Adirondack-Gebirge. II, 598.
Adnation. I, 349. II, 522.
Adventive Embryonen. II, 32.
— Knospen. I, 521. 609. II, 17.
Aegilops ovata. II, 70.
— speltaeformis. II, 70.
— triticoides. II, 70.
Aesculus Hippocastanum, bunt. I, 598. 604. 609.
— —, gefüllt. I, 551.
— — inermis. I, 45.
— —, Pelorien. I, 569.
— —, tricotyl. II, 232.
Aeusserungen latenter Eigenschaften. I, 418.
—, primäre. II, 112.
—, secundäre. II, 112.
Affinität, sexuelle. II, 57.
Affoler. I, 353.
Agave, bunt. I, 599.
— vivipara. I, 426. 459.
— striata aurea. I, 601.
Ageratum caeruleum nanum. I, 481.
— mexicanum. I, 136. 475.
Agrimonia Eupatorium. I, 369.
— —, fasciirt. II, 554.
Agrostemma coronaria. II, 386.
— — bicolor. I, 454. 470.
— Githago. I, 421.
— —, fasciirt. II, 553.
— — —, Fig. II, 550.
— — × A. nicaeensis. II, 144. 152.
— — torsa, Fig. II, 577.
— nicaeensis. I, 456. 470. II. 144.
Agrotis segetum. I, 225. 389.
Ahorn, geschlitztblättriger. I, 130.
Aiton. I, 318.
Ajonc sans épines. II, 211.
Albicatio. I, 601.
Alnus. II, 13.
— glutinosa, fasciirt. II, 553.
— — laciniata. I, 137.
Aloe verrucosa. I, 459.
Alpenpflanzen. I, 452. II, 523.
Althaea. II, 36.
— rosea. I, 643.
Alyssum maritimum. I, 600.
— — nanum. II, 379.
Amann. I, 374.
Amarantus caudatus, Fig. II, 368.

Amarantus caudatus × viridis. II, 155.
— speciosus, erstreifende Samen. II, 287.
— —, dreistrahliger Gipfel. II, 548.
— —, fasciirt. II, 553. 554.
— —, Gabelung, Fig. II, 227.
— —, Keimpflanzen, Fig. II, 226.
— —, pentacotyl. II, 223.
— —, syncotyl. II, 325.
— —, tricotyl. II, 223. 224. 251.
— — —, Erbzahlen. II, 132.
— —, Tricotylen in der Endrispe. II, 287.
— —, Zwillinge. II, 225.
— tricolor. I, 637.
Amaryllis. II, 12. 93.
— aulica. II, 36.
— equestris. II, 94.
— Graveana. II, 94.
— Johnsonii. II, 75. 94.
— solandraeflora. II, 36.
— speciosissima. II, 93.
— vittata. II, 93.
Ameisen. II, 699.
Ammon. I, 105. 108. 110.
Amphisyncotylie. II, 319. 321. 342.
Amplitude. I, 113.
Amygdalus Persica laevis. I, 454.
Anagallis coerulea. I, 469.
— —, Samen. II, 377.
— grandiflora. II, 232. 235.
— —, Becher. II, 324.
— — carnea. II, 379.
— —, syncotyl. II, 320.
— —, Zwangsdrehung. II, 324.
— phoenica × coerulea. II, 676.
Analyse, hybridologische. II, 200.
— von Artmerkmalen. II, 436.
Anatomische Structur der Bastarde. II, 4.
Anderbecker Hafer. I, 59. 133.
Androsace. I, 456.
Anemone. II, 73.
— coronaria, halbgefüllt. I, 551.
— — plena. I, 419.
— magellanica × A. sylvestris. II, 73.
— nemorosa. I, 475.
Anethum graveolens. I, 399.
— —, Curve. I, 397.
Anfänge, erste. II, 668.
Anlage, innere. I, 428.
—, latent. II, 637.
— zu Anomalien, latente. II, 551.
—, mutable. II, 503.
—, vicariirende. II, 523.
—, Zutagetreten latenter. I, 428.
Année. II, 95.
Anomalie. I, 413. II, 16. 218.
—, erste Andeutung der. I, 417.
Anomalie aufzusuchen, Methode. II, 230.
—, erbliche. I, 573.
—, häufige. I, 432.
—, taxinome. I, 460.
Anpassung, parallele. I, 457.
Anpassungen. II, 664.
Ansteckung. I, 609.
Antagonistisch. II, 141. 429.
Antennaria alpina. II, 32.
Anthemis nobilis. I, 475. 550.
Anthyllis Vulneraria alpestris. I, 452.
Antirrhinum majus. II, 234.
— — album. I, 494.
— — Bastarde. II, 36.
— —, Becher. II, 324.
— —, Blüthenfarbe, Zerlegung. II, 196.
— — Brillant. II, 353.
— —, bunt. I, 603.
— —, Cotylbecher. II, 321.
— —, dreizählige Individuen. II, 219.
— —, erstreifende Samen. II, 287.
— — Firefly, Reinheit. II, 381.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— —, gestreift. II, 351. 609.
— — luteum, Reinheit. II, 381.
— —, Pelorien, Fig. I, 138, 569.
— — × Pelorien. II, 38. 160.
— —, Schatten. II, 293.
— — striatum. I, 494.
— —, terminale Blätter, Fig. II, 236.
— —, tetracotyl. II, 228.
— —, tricotyl. II, 231. 297.
— —, tricotyle Rasse. II, 275.
— — var. II, 487.
— —, Zwergformen. II, 76.
Apfel. I, 30. 126. 137. II, 13. 391.
— mit Dornen, wilder. I, 636.
— Holz-. I, 84.
— St. Valery. II, 595.
Apple, Wealthy. I, 127.
Aquilegia atropurpurea × canadensis. II, 59. 84.
— canadensis × vulgaris. II, 84.
— chrysantha. I, 468.
— — grandiflora alba. II, 393.
—, Früchte von. I, 431.
— vulgaris × canadensis inconstant. II, 75.
Arabis alpina, bunt. I, 604, 613.
— ciliata glabrata. I, 454.
— dentata, zweijährig. I, 618.
— hirsuta glaberrima. I, 454.
Arcangeli. I, 609.
Arctostaphylos alpina. II, 532.
Aremberg, von. II, 90.
Argemone grandiflora. II, 239.
— mexicana. II, 239.
Armoracia variegata. I, 607.

Arnica montana, bunt. I, 603.
Arum maculatum immaculatum. I, 454.
Arundo Donax. I. 600.
Art, Bild der. II, 463.
—, collective. I, 452.
—, Elemente der. I, 42.
—, geographisches Centrum. I, 117.
Artanfänge. I, 298.
Artbegriff. II, 4.
— in der Mutationslehre. II, 634.
—, praktischer. II, 651.
Artbildung aus Bastarden. I, 461. II, 493.
—, degressive. I, 456. 460.
—, iterative. II, 541. 704.
—, Modalitäten der. II, 636.
—, progressive. I, 456. II, 464.
—, retrogressive. I, 456. II, 369.
—, subprogressive. I, 458.
Artbild, Zusammensetzung. II, 138.
Artcharakter, einheitlicher. II, 488.
Artcharaktere, Nützlichkeit der. I, 48.
—, Zerlegung der, nach Mendel. II, 173.
—, — der. II, 78.
Artentstehung, natürlicher Process der. I, 359.
Arten. I, 115.
—, beginnende. I, 416. 450.
— bildende Variabilität. I, 177. 180.
—, collective. I, 44. 116. 120. II, 645.
—, Constanz der. I, 268.
—, elementare. I, 451. 455.
—, entstehen plötzlich. I, 174.
—, Entstehung der. I, 149. II, 483.
—, Entstehungsweisen neuer. I, 449.
—, 1—2 % erblich. I, 178.
—, Existenzunfähige. I, 271.
— in der Cultur. I, 124. 131.
—, Linné'sche. I, 43.
—, neue, constant. I, 304.
—, nicht constante. I, 268. 365.
—, Norm für die Entstehung der. I, 182.
— oder Varietäten, elementare. I, 176.
— sind Mischungen. II, 78.
—, Systematischer Werth der neuen. I, 304.
—, Uebersicht, Entstehung neuer. I, 460.
— und Varietäten, Unterschied. II, 643.
—, vorläufige. II, 653.
Artkreuzungen. II, 468.
Artmerkmale. I, 44. II. 5.
—, Entstehung der. I, 42. 149.
—, nutzlose. I, 147.
Artemisia Absynthium. II, 234.
— —, Verbänderung. II, 555.
Arthur. I, 647.
Ascherson. I, 477. II, 532.
Ascidien. I, 152. 338. 349. 359.
Ascidien, zweiblätterig. II, 238.
Asperula azurea, Fig. II, 235.
— — setosa. II, 236.
— — —, tricotyl. II, 223.
— —, verbändert. II, 234.
Aspidistra elatior. I, 600.
Aspidium lobatum. II, 521.
Asplenium germanicum. II, 501.
Aster tenellus. II, 239.
— —, syncotyl. II, 320.
— Tripolium. I, 375. II, 161. 549.
— — Adnation. I, 435.
— — × album. II, 153.
— —, Fasciation. II, 544.
— — fasciatum, Curve. II, 565.
— —, Reinheit. II, 385.
— —, verbänderte Rasse. II, 558.
— —, zweijährig. I, 622.
Asymmetrische Curve der Syncotylen. II, 332.
Atavismus. I, 95. 138. 426. 441. 460. II, 15. 34. 428. 487. 607.
—, Bastardirungs-. II, 200.
— bei Bastarden. II, 42.
— bei Kreuzungen. II, 201.
— der Mischlinge. II, 472.
— durch Hybridirung. II, 490.
— — Kreuzung. II, 533.
— durch Samen. I, 482.
—, experimenteller. I, 484.
— im Gartenbau. II, 374.
— in der Variabilität. I, 483.
—, Jugend-. I, 259.
—, künstlicher. II, 206.
—, morphologischer. II, 593.
— nach Kreuzung, Tafel I. II, 43.
—, physiologischer. I, 482.
—, phylogenetischer. I, 483.
— bei Plantago lanceolata ramosa. I, 516.
—, sogenannter. II, 374.
—, systematischer Werth des. I, 14.
— unabhängig von Kreuzungen. II, 537.
— von Oen. laevifolia. I, 220.
Atavisten. II, 217.
—, Auslese von. II, 338.
—, Ausmerzen der. I, 57.
—, Bedeutung der. II, 559. 587.
—, beste Erben. II, 543.
—, gute Erben. II, 587.
—, Cultur von. I, 446.
—, Curve. I, 483.
—, Erblichkeit. II, 587.
—, Erbzahlen der. II, 591.
—, Nachkommen der. II, 567.
Atavistische Rasse. II, 532.
— Typus. II, 428.
— Zuchtrassen. II, 337.

Ataxinom. I, 459.
Atropa Belladonna lutea. I, 454. II, 664.
Aucuba japonica, bunt. I, 604. 609.
Aufschiessen und Nachtfröste. I, 620.
Aufsuchen mutabler Pflanzen. I, 357.
—, Mutationen. I, 360.
— neuer Formen. I, 133.
Aulax Hieracii. I, 291. II, 491.
Aurea-Formen. I, 610.
Auslese. I, 416.
—, Arten entstehen nicht durch. I, 140.
— der Arten. I, 150.
— — der Hemisyncotylen. II, 335.
— fortwährende. I, 610.
—, natürliche. I, 110. 150. 298.
— von Tricotylen. II, 240.
Ausnahmen. II, 11.
Ausnahmstypen von GÄRTNER. II, 54.
Aussaat, Grösse der. II, 119.
Austausch der Anlagen. II, 695.
Aussterben von Arten. II, 666.
Austritt aus der Mutationsperiode. II, 457.
Auswüchse auf Blättern. I, 459.
Avena fatua. I, 71.
Avunculär. II, 469. 495. 642.
Avunculäre Kreuzungen. II, 469.
Azalea indica, fasciiert. II, 553.
— japonica, bunt. I, 609.
— sinensis. II, 64.

BAER, VON. II, 662.
Ballota nigra variegata. I, 611.
Balsamine. I, 88.
—, gefüllt. I, 648.
BAILEY. I, 127. 481. II, 7. 511. 671.
Bananen. I, 137.
—, rothe. I, 488.
Bandgras. I, 598.
Barbaraea vulgaris. I, 600.
— —, bunt. I, 601. 608. 610.
— — floribus plenis. I, 475.
BARBIER. I, 317.
BARTOS. I, 618.
BARY, DE. I, 123. 143. 287.
Bastarde. I, 3.
—, abgeleitete. II, 11. 78.
—, Äusseres der. II, 115.
— bei den Orchideen. II, 61.
—, bigenere. II, 655.
—, constante. II, 480.
—, einseitige. II, 20.
—, Eizelle. II, 62.
—, excessive Kraft der. II, 12.
—, falsche. II, 31.
—, Fruchtbarkeit der. II, 56.
—, goneokline. II, 20.
—, intermediäre. II, 19.
Bastarde, Kreuzungen vermuthlicher. II, 97.
—, Luxuriiren der. II, 14.
—, mehrfache. II, 85.
—, MENDEL'sche. II, 137. 141.
—, mütterliche. II, 79.
—, Nachkommen der. II, 56.
—, ohne Belege. II, 499.
—, quaternäre. II, 87.
—, senäre. II, 87.
—, spontane. II, 9.
—, ternäre. II, 85.
—, unechte. II, 31.
—, Variabilität der. II, 47.
—, väterliche. II, 79.
— von Bastarden. II, 11.
— — Mais. I, 69.
—, weiblich sterile II, 62.
—, wildwachsende. II, 501.
—, Wuchs der. II, 14.
—, zweielterliche. II, 79.
Bastardformen, inconstante. II, 74.
Bastardgeneration, Einförmigkeit. II, 122.
—, erste. II, 143.
—, zweite. II, 151.
Bastardirung des Endosperms II, 158.
— durch Zufall. II, 656.
—, Polymorphie durch. I, 35.
—, typische Fälle MENDEL'scher. II, 369.
Bastardlehre, gegenwärtiger Stand. II, 111.
Bastardrassen, constante. II, 66. 464. 468.
—, constante MENDEL'sche. II, 492.
— des Gartenbaues, variable. II, 88.
—, Formenreichtum der. II, 91.
—, fruchtbare. II, 66.
—, halbconstante. II, 74.
—, variable. II, 489.
—, wildwachsende. II, 73. 496.
Bastardspaltung, Oen. cruciata. II, 616.
—, typische. II, 137.
—, vegetative. II, 674.
Bastardvarietäten. II, 9.
BASTIAN. II, 708.
BATALIN. I, 618.
BATESON. I, 5. 20. 21. 36. 37. 38. 45. 46. 47. 65. 112. 123. 307. 402. 416. 431. 553. 643. 647. II, 4. 8. 78. 139. 373. 537. 662. 693.
— and SAUNDERS. II, 193.
Bathmism. I, 46.
Baumwolle, Früchte der. I, 431.
Becher. I, 337. 348. 422. II, 522.
Becherbildung. I, 45.
— mit Syncotylie. II, 324.
Bechercotylen. II, 342.
BEDDINGHAUS. II, 90.

Beet, Culturbedingungen auf einem. I, 106.
— Mittelwerthe ganzer. I, 97.
— Ungleichmässigkeit. I, 596.
Befruchtung. II, 671.
— des Embryosackkernes II, 158.
—, doppelte. II, 158.
—, künstliche. II, 119.
—, normale. II, 464. 695. 696.
— und Kreuzung. II, 464.
—, Wesen der. II, 493.
—, Ziel der. II, 493.
Begonia. I, 55. 425. 641. II, 12. 88. 97.
—, gefüllt. I, 550. 642.
— phyllomaniaca. I, 459. II, 17.
— prolifera. II, 17.
—, Samenknospen. II, 61.
— Sedeni. I, 637.
— semperflorens atropurpurea I, 435. 637. II, 381.
Behaarung, Latenz der. II, 147.
Beimischungen. II, 379.
Beissner. I, 258. 479. 484. 629. II, 533.
Bellevue de Talavera. I, 125.
Belli. II, 651. 652.
Bellis perennis, gefüllte I, 549. II, 381.
Benary. I, 549.
Beobachtungen im Freien. I, 190.
Berberis. I, 354. 484.
— Neuberti, Fig. II, 50. 655.
— stenophylla II, 12. 65.
— — Variabilität II, 75.
— vulgaris. II, 51.
— — purpurea II, 390.
Bergamotte Sylvanche-Birne. I, 127.
Berg, van den. I, 130. II, 53.
Bernoulli. II, 236.
Berula angustifolia I, 258. 456. 484. II, 534.
Beschneiden. I, 644.
— der Narben. II, 418.
Beschreibungen, Werth der. II, 69.
Beseler. I, 59. 82.
Bestäubung, kärgliche. II, 418.
Beta. I, 113.
— patula. II, 663.
— vulgaris Cicla. I, 453.
— vulgaris saccharifera, bunt, Fig. II, 686.
Betula alba aspleniifolia. I, 136.
— — atropurpurea. I, 488.
— — bunt. I, 606.
— — laciniata. II, 382.
Bewaffnung, Latenz der. II, 147.
Bewirkung, directe. II, 667.
Beyerinck. I, 290. 471. II, 17. 533. 679.
Bezy de Chaumontel-Birne. I, 127.
Biastrepsis II, 574.
Bibliographie von Bastarden. II, 7.
Bidens cernua. I, 357. 465.
— grandiflora. I, 547.
— —, Adnation. I, 435.
— —, Curve. I, 397. 404.
— leucantha, Synfise, Fig. II, 522.
— tripartita I, 138. 465.
Bild der Art. II, 462.
Bildsamkeit II, 3.
Billot. I, 567.
Billbergia. II, 30.
Biochronische Gleichung. II, 707.
Biologische Betrachtungen. I, 8.
— Zeit. II, 708.
Biometrika. II, 660.
Birnen. I, 126. II, 391.
Biscutella laevigata glabra. I, 45, 454.
Bisexuell. II, 648.
Bitter. II, 523, 601.
Blankinship. I, 41. 112.
Blatt, trichterförmiges. II, 236.
Blätter, bunte. II, 658.
—, gelbgeränderte. I, 345.
—, gespaltene. II, 232. 545. 588.
— in der Gabelung. II, 225.
—, schildförmige. I, 337.
—, terminale. II, 236.
—, zweigipfelige. I, 348.
Blattstellung. II, 259.
— bei Verbänderung. II, 546.
—, Einfluss der Tricotylie. II, 228.
—, Störungen. II, 323.
Blechnum Spicant. II, 521.
Blenden. II, 9.
Blendlinge. II, 7. 9. 648.
Bleu. I, 35. II, 12. 16. 94.
Blumen, gefüllte. I, 547.
—, gestreifte. I, 489. II, 513.
—, Kreuzungen gefüllter. II, 55.
Blumenblätter, geschlitzte. II, 358.
— mit Auswüchsen. I, 350.
—, überzählige. I, 350.
Blumenkohl. I, 89.
Blutbuche. II, 390.
—, Erblichkeit. I, 139.
Blüthen auf Blättern. I, 459.
— auf der Traube. Wahl der. II, 415.
— der Oenotheren, Öffnen der. I, 225.
—, Farbe der. II, 168.
—, fleischfarbige. II, 196.
— kleiner werden auf der Traube. II, 413.
—, polymere. I, 339.
—, punktirte. I, 492.
—, seriale Achsel-. I, 350.
Blüthenähren, gespaltene. II, 555.
Blüthenfarbe, Latenz der. II, 146.
—, Zerlegung der. II, 194.

Blüthenknospen, Abwerfen. II, 61.
Blüthenköpfchen, kammförmige. II, 549.
Blüthenkörbchen, gefüllte. I, 547.
Blüthenstaub der Bastarde. II, 63.
— aus Knospen. II, 401.
—, Keimkraft. II, 413.
—, Quantität des II, 417.
—, Wirkung geringer Mengen. II, 416.
Boehmeria biloba. I, 458.
Bohnenerbse. II, 167.
Bombyx. II, 34.
Bonafous. II, 41.
Bonnier. I, 67. 101. 452. II, 523. 686.
Bonte bladen. II, 685.
Bornet. I, 123.
Borradaile. II, 653. 664.
Bory de St. Vincent. I, 12.
Bourgeons multiples. I, 350.
Brandza. II, 27.
Brassica. I, 453.
— Napus × B. Rapa. II, 17.
— — oleifera. I, 621.
— oleracea. I, 135.
— × Raphanus. II, 675.
Braun. I, 479. 488. 566. 639. II, 571.
— -Schimper'sche Reihe. I, 524.
Braut. I, 551. II, 381.
Bridgmann, Kencely. I, 647.
Briem. I. 618.
Britton and Brown. II, 598.
Brongniart. I, 566.
Bronn. II, 662.
Browallia erecta. I, 493.
Brooks. II, 688. 707.
Brunella hybrida. II, 502.
— vulgaris. II, 203.
— — alba, Reinheit. II, 385.
— — pinnatifolia × B. alba. II, 388.
Brutknospe. I, 459.
Bruyning. I, 646.
Bryophyllum. I, 460.
Buchhaltung. I, 9. II, 53.
Buchweizen. I, 93.
Buckeln. I, 219. 321.
—, Bedeutung der. I, 221.
Buckman. I, 65. 87.
Buffon. I, 12.
Bull II, 91.
Bunt. II, 491.
— oberhalb von Galle. I, 291.
—, sectorial. I, 612.
—, Sorten, Pfropfen. I, 609.
— Varietäten. I, 104.
Buntblätterigkeit. I, 597. II, 680.
—, Kreuzung. II, 355.
— und Lebenslage. I, 608.
—, Vererbung. I, 609.
Burbank. II, 53. 655.
Burbridge. II, 89.
Burk. II, 658. 669.
Burkill. I, 112. 113. 643. II, 596.
Buxus sempervirens, bunt. I, 604.

Cactus-Dahlia. I, 130.
— peruvianus monstrosus. II, 552.
Caladium. I, 35. II, 12. 95. 488.
—, Bastarde. II, 16.
— bicolor. II, 95.
—, bunt. II, 16.
— Houlleti. II, 95.
— Verschaffelti. II, 95.
— Wendlandi. II, 95.
Calamintha, Pelorien. I, 570.
Calceolaria. I, 569. 638.
— plantaginea. II, 17.
Calendula officinalis. I, 548.
Calliopsis bicolor nana. I, 257.
— Drummondi. II, 351.
— tinctoria × brunnea. II, 156. 381.
— —, Fig. II, 38.
— — fistulosa. II, 351. 381.
— — —, Fig. II, 393.
— — pumila purpurea. I, 139.
Calluna vulgaris, bunt. I, 603.
Caltha. I, 129.
— palustris. I, 137. 426. 430. 475.
— —, Curve. I, 429.
Camellia japonica. I, 426.
— —, gestreift. I, 641.
—, gefüllt. I, 551.
Campanula persicifolia alba. I, 468.
— pyramidalis alba. I, 468.
— rotundifolia. I. 434. 629.
Candolle, de. I, 21. 88. 116. 124. 308. 432. 453. 459. 475. 552. 567. II, 10. 41. 95. 544. 652.
—, Alph., de. I, 62.
—, Casimir, de. I, 337.
Canna. I, 42.
—, Bastarde. II, 48.
— hybrida, grossblumige. II, 96.
— indica. II, 95.
— „Madame Crozy“. II, 89. 96.
— nepaulensis. II, 95.
— Warczewiczii. II, 95.
Cannabis sativa. II, 216.
— —, Ernte grosser Exemplare. II, 288.
— — ohne Plumula. II, 323.
— —, tetracotyl. II, 228.
— —, tricotyl. II, 224. 271. 281.
— —, tricotyle Kreuzungen. II, 300.
Capsella Bursa Pastoris. I, 357. II, 663
— — — apetala. I, 478.
— Heegeri. I, 358. 477. 643.
— rubella. II, 657.
— — × bursa pastoris. II, 60.

Carcinus moenas. I, 402.
Carlina acaulis. I, 636.
— — caulescens. I, 452.
Carpinus Betulus, bunt, Fig. II, 681.
— — heterophylla. I, 489.
CARLSON. II, 664.
CARRIÈRE. I, 65, 257. 418. 485. 487. 611. II, 18. 196. 391.
CARUEL. II, 485. 663.
CASPARY. I, 459. II, 553.
Castanea vesca, beblätterte Kätzchen. II, 638.
— —, bunt. I, 604.
Casuarina quadrivalvis torsa, Fig. II, 577.
Catacorolla. I, 420, 425.
Catananche coerulea alba. I, 468.
CATTANEO. II, 666. 703.
Cattleya. II, 35.
CELAKOWSKY. I, 429.
Celosia cristata. I, 88. 129. 370. 433. II, 392. 561.
— — tricotyl. II, 240.
— —, untere Samen. I, 647.
— — variegata. I, 491.
— —, vierstrahlig. II, 548.
Centaurea Cyanus. I, 94. 643.
— —, braun. I, 492.
— —, gefüllt. I, 549.
— nigra. I, 357.
— Scabiosa alba. I, 468.
Centhranthus macrosiphon, Cotylbecher. II, 321.
— —, 37 % Syncotylen. II, 320.
— —, Zwangsdrehung. II, 324.
Cephalotaxus pedunculata fastigiata, Fig. I, 486.
Cerinthe. II, 239.
— gymnandra, syncotyl. II, 320.
Chamaedorea Ernesti Augusti. II, 50.
— Schiedeana. II, 50.
CHANDÈRE. I, 26.
Changed conditions of life. I, 145.
CHANTIN. II, 95.
Charaktere, ältere. II, 428.
—, ungepaarte. II, 468.
—, Werthschätzung der. II, 23.
CHATÉ. I, 581. 648. II, 95.
Cheiranthus Cheiri. I, 600.
— — nanus. I, 257.
Chelidonium. I, 101.
— laciniatum. I, 45. 133. 456.
— majus × C. laciniatum. II, 37. 145.
— — — — —. II, 156. 203.
— —, latipetalum, Fig. I, 470.
— —, Keimpflanzen von. II, 156.
— — plenum. I, 647.
— — —, Fig. I, 639.
Chenopodium album, tricotyl. II, 240. 243.
— —, trisyncotyl. II, 323.
Cheribonrohr. I, 104. 475.
Chlorotische Triebe. I, 609.
CHOLODKOVSKY. II, 668.
Chromatophor. I, 599.
Chrysanthemum. II, 88. 97.
— carinatum. II, 393.
— — aureum. I, 601.
— coronarium. I, 467. 470.
— —, Fig. I, 548.
— — album. I, 469. II, 392.
— — × album. II, 154.
— indicum. I, 71. 549. 642.
— inodorum. I, 528.
— —, bunt erblich. I, 611.
— — plenissimum. I, 524.
— — —, Fig. I, 540.
— — —, tricotyl. II, 239.
— Leucanthemum. I, 528. II, 548.
— —, fasciirt. II, 554.
— Myconis, tricotyl. II, 240.
— Parthenium. I, 601.
— segetum, bunt. I, 603.
— — × C. coronarium. II, 387.
— —, Curve. I, 107. 397.
— — — der gemischten Saat, Fig. II, 349.
— —, fasciirt. II, 553.
— — fistulosum. II, 349. 351. 384.
— — —, Reinheit. II, 386.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— —, Gloria. I, 523.
— — grandiflorum. I, 523. 546.
— —, Partialcurve. I, 532.
— — plenum. I, 523.
— — —, Strahlencurve. I, 402. 536.
— —, Variationscurve. II, 348.
— —, Verzweigung. I, 544.
—, Vergleichung mit Mais. I, 543.
— Strausfeder. I, 421.
Cineraria cruenta. II, 342.
— L, Nebenköpfchen. I, 547.
Cirsium. I, 17. II, 54. 499.
Citrus. II, 32.
—, Bastarde. II, 35. 50. 676.
— trifoliata. II, 35.
Clarkia elegans. I, 459. II, 238. 394.
— —, syncotyl. II, 320.
— pulchella. II, 178. 228. 268.
— — × alba. II, 154.
— — alba, tricotyl. II, 239.
— —, Atavisten. II, 283.
— — carnea. I, 470. II, 196.
— —, Fig. II, 274.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— —, gestreift. I, 493.

Clarkia elegans, gestreiftblüthig. I, 511.
— —, syncotyl. II, 320.
— —, tricotyl. II, 281.
— —, tricotyle Rasse. II, 273.
Clos. I, 256. 340. 426.
Clematis recta. I, 475.
Cockayne. II, 664.
Cocospalme. II, 511.
Coelebogyne. II, 32.
Coffea arabica. II, 236.
Collateral. II, 469. 495. 642.
Collaterale Kreuzungen. II, 469.
Collectivarten. I, 33.
Collinsia bicolor. II, 235.
— —, Zwangsdrehung. II, 324.
— grandiflora. II, 234.
— —, Zwangsdrehung. II, 324.
— heterophylla. II, 232. 234. 235.
— —, fasciirt. II, 553.
— —, Zwangsdrehung. II, 324.
— violacea. II, 234. 235.
Combinationscurve. I, 415, 430.
Combinationstypen. I, 416. II, 453, 481.
Commelina tuberosa. I, 493.
Compositen. I, 397.
Compositenköpfchen. I, 370.
Comte. II, 89.
Conditions of life, changed. I, 27.
Coniferen. I, 487.
—, bunt. I, 606.
Conn. II, 665. 668.
Conquest. I, 523. II, 531.
Constanz, absolute. I, 464.
— der Arten. I, 145.
— — Bastarde. II, 74.
— — Mutationsbastarde. II, 422.
— neuer Varietäten. I, 463.
—, nicht absolute. II, 526.
— und Variabilität. I, 370.
— von Oen. nanella ×. II, 423.
Continuirlich. I, 38.
Continuirliche Reihen. I, 305.
Convallaria majalis, bunt. I, 599. 608.
Convarianten. I, 37.
Convolvulus tricolor. I, 494.
— — grandiflorus. II, 393.
— — neu. II, 394.
Cook. II, 511.
Cope. I, 46. II, 703. 706.
Coreopsis tinctoria. I, 420. 467.
— —, Curve. I, 397. 404.
Coriandrum sativum, Ascidie. Fig. II, 326.
— —, Curve der Individuen. I, 404.
— —, Strahlencurve. I, 408.
Corinthen. I, 137.
Cornus mas, gelber. II, 390.
— sanguinea, bunt. I, 604. 609.
Correlation. I, 85. 113. 373. II, 493.
Correlative Variabilität. I, 113.
Correns. II, 3. 8. 20. 48. 113. 139. 142. 147. 158. 177. 193. 373. 446. 676.
—, Spaltungen bei Erbsen. II, 167.
Corydalis pumila. II, 501.
— solida peloria. I, 139. 567.
Corylus. I, 479.
— Avellana. I, 488.
— tubulosa. I, 488.
Cosson Ewart. II, 43.
Costantin, J. I, 19. 62. 65. 71. 123. 619. 633.
Costerus. I, 567. 568. 641.
Cotylbecher operirt. II, 322.
Cotylen, Stiele. II, 253.
Couteur, Le. I, 125.
Crab. II, 592.
Crataegus nigra, fasciirt. II, 553.
— Oxyacantha coccinea. II, 390.
Crepis biennis. I, 357.
— — fasciata, Curve. II, 565.
— —, Fasciation. II, 544.
— —, fasciiert. II, 549, 553.
— —, verbänderte Atavisten. II, 560.
— — — Rasse. II, 556.
Crinum. II, 72.
Cronesteyn. I, 575.
Cross, a single. II, 14.
Crousse. II, 89.
Crozy. I, 43. II, 48. 95.
Cruciata-Merkmal. II, 593.
Cruciate und gestreifte Blumen. II, 607.
Cruciferen. I, 457.
Cryptomeria japonica monstrosa. II, 546.
— —, Atavismus. II, 674.
Cucubalus viscosus. II, 646.
Cucumis. II. 61.
— sativus. I, 459.
Cucurbita Pepo, verbreitert. II, 555.
Cuénot. II, 373, 693.
Cultur, anfängliche. I, 64.
—, Erfordernisse der. II, 330.
— in Keimschüsseln. II, 253.
— zweijährige. II, 549.
Culturbedingungen auf einem Beete. I, 106.
Culturen, Ausdehnung der. II, 262.
Culturpflanzen, Fortschritt der. I, 55.
Cunningham. I, 43. II, 662.
Cuphea purpurea nana. I, 257.
Curve, asymmetrische. I, 431.
—, Dimorphie der. II, 283.
—, doppelte halbe. I, 433.
—, der Halbrassen. I, 423.
—, halbe. I, 38. 45. 339. 343. 347. 428. 585.
—, mehrgipfelige. I, 307.

Curve, Schwankungen der. I, 377.
— der Tricotylen, Schweif. II, 285.
— — —, zweischenkelige. I, 283.
Curvenselection. I, 526.
Cuvette und Curve. I, 34.
Cyclamen. I, 459.
— latifolium. I, 134.
— persicum. I, 425. 492.
Cyperus alternifolius. I, 600.
Cypripedium caudatum. II, 39.
— —, pelorisch. I, 566.
Cynips Kollari. I, 600.
Cynoglossum officinale. I, 357.
— — bicolor. I, 454.
Cytisus Adami. II, 59, 676.
— —, Samenknospen. II, 61.
— Laburnum, Pelorien. I, 569.
— — quercifolia. I, 489.
— prostratus. I, 454.

Dahlia. II, 88. 97.
—, Atavismus. II, 673.
—, Cactus-. I, 130.
—, gefüllte. I, 130.
—, grüne. I, 137.
— striata nana. I, 40. 467.
— variabilis fistulosa. Fig. I, 480.
— — ohne Plumula. II, 323.
— —, syncotyl. II, 320.
— — viridiflora. I, 473. II, 673.
Daisy, Hen and chicken. II, 381.
Danebrog, dänisches Feldzeichen II, 164.
DANIEL. I, 113. II, 679.
Daphne Mezereum album. I, 454.
DARWIN. I, 12. 19. 65. 418. II, 13. 14. 18. 44. 62. 160.
Datteln ohne Kerne. II, 669.
Datura. I, 93.
—, Bastarde. II, 12.
— Bertolonii. II, 183. 201.
— ferox × D. Bertolonii. II, 201.
— — × D. laevis. II, 43.
— laevis. II, 183. 239.
— — × D. ferox. II, 43.
— quercifolia. II, 44.
— Stramonium. I, 119. 225.
— —, Abfallen der Blüten. II, 61.
— — inermis. I, 22. 470. II, 183.
— — × D. laevis. II, 675.
— — × D. S. inermis. II, 37.
— — × D. Tatula. II. 42.
— Tatula. I, 14. 22.
— — × D. inermis. II, 183.
— — inermis. I, 138.
— — × D. Stramonium. II, 144.
Daucus Carota. I, 65. 357.
— —, einjährig. I, 621.
Dauer des Fortschrittes. I, 83.
Dauerformen. I, 145.
Dauertypus. I, 109.
DAVENPORT. I, 41. 112. 308. 374. 416.
DECAISNE. I, 481. II, 391. 515.
December, Aussaaten im. II, 130.
Decidirte Typen, GÄRTNER. II, 27.
Defarination. II, 147. 368.
Degressive Merkmale. II, 367.
Deilephila. II, 34.
DELAGE. II, 517. 535. 622. 670.
DELBOEUF. I, 147. 179.
Delila. II, 197.
Delphinium Ajacis. II, 380. 489.
— Consolida. I, 468.
— — striatum plenum, Fig. I, 490.
— — zweijährig. I, 618.
— hybridum. II, 485.
DELPINO. I, 131. 220. 258. 443. 456. 566. II, 389.
DEMOOR. II, 669.
Denudation. II, 147. 368.
Depigmentation. II, 146, 368.
Descendenzlehre, experimentelle. I, 146.
DESFONTAINES. I, 316.
Devarianten. I, 37.
Dextrin. II, 113. 159.
Dianthus. II, 36.
— barbatus. II, 232. 380.
— — × chinensis, Inconstant. II, 75.
— — nanus. I, 257.
— — × prolifer. II, 27.
— —, sectorial bunt. I, 612.
— — torsus. II, 584.
— —, tricotyl. II, 231.
— — var. I, 474.
—, Bastarde. II, 59.
— Caryophyllus, gefüllt. I, 551.
— — nanus. I, 257.
— chinensis × barbatus. II, 84.
— Greivi. II, 27.
— Heddewigii. II, 381.
— plumarius. II, 234. 235.
— superbus × D. arenarius. II, 72.
— — × barbatus. II, 84.
Dichtsaat. II, 550.
Dickköpfe. I, 170.
Differenzirung, zunehmende. II, 636.
Digitalis. I, 129. II, 13. 36. 380.
— lutea. II, 17. 548.
— parviflora alba. I, 468.
— purpurea × lutea. II, 54. 59.
— — monstrosa. I, 567.
—, sterile Bastarde. II, 59.
Dihybriden. II, 111. 180.
Dill. I, 399.
Dinardinen. II, 699.
Dimorphie. II, 518. 522.
DINGLER. II, 546.

Diplacus. II, 657.
Dippe. I, 74. 82.
Dippel. II, 679.
Dipsacus laciniatus. II, 348.
— laciniatus torsus. II, 577.
— sylvestris, einjährig. I, 619.
— — torsus. II, 579.
— — — × D. fullonum. II, 592.
— — —, einjährig. II, 575.
— — —, Fig. II, 570.
— — —, Querschnitt. II, 572.
— —, tricotyl. II, 231.
— —, zweijährig. I, 620.
Discoidea-Formen. I, 465. 548.
Discontinuität. I, 65.
Dollo. I, 46.
Dominanz, unvollkommene. II, 162.
Dominirend. II, 141.
Donkelaar. I, 130. II, 97.
Doppelprüfung. II, 131.
Doppelrassen. II, 522. 584. 586. 626. 640.
Doppelzählungen der Erbzahlen tricotyler Rassen. II, 137.
Dounet-Adanson. II, 675.
Draba. II, 497.
— leptophylla. I, 121.
— verna. I, 15. 41. 143. 298. 355.
Dracocephalum moldavicum. II, 230.
— —, tricotyl. II, 231. 243. 287.
— —, Zwangsdrehung, Fig. II, 231.
— speciosum. II, 230.
Drechsler. I, 82.
Dreyer. II, 662.
Driesch. II, 662. 691.
Drosera filiformis × D. intermedia. II, 26.
— obovata. II, 502.
Druery. I, 647.
Dubois. II, 708. 709.
Duchesne. II, 42.
Duhamel. II, 485.
Duncker. I, 5. 36. 47. 51. 112. 113. 114. 123. 309. 374.
Düngung. I, 633. II, 290.
—, Crepis biennis fasciata. II, 561.
— der Mutterpflanzen. I, 373.
—, Einfluss auf Tricotylie. II, 314.
—, Oen. Lamarckiana. I, 155.
Düngungsverhältnisse. I, 100.

Echium vulgare, fasciiert. II, 553.
Eiche, bunt. II, 672.
Eichler. I, 568.
Eigenbefruchtung. II, 606.
Eigenschaft, Andeutung einer neuen. I, 571.
—, ältere. II, 39.
—, invariable. I, 430.
Eigenschaften, Anzahl der elementaren. II, 467. 636.
— in Gruppen, elementare. II, 115.
—, constante. II, 461.
—, Erblichkeit erworbener. I, 95.
—, erworbene. I, 91. 95. 150.
—, inconstante. II, 67.
—, innere. II, 5. 461.
—, latente. I, 421. 422.
—, Liste der. II, 24.
—, semilatent. I, 422.
—, unabhängig von einander. II, 435.
—, ungepaarte. II, 467.
—, unisexuelle. II, 468.
—, unnütze. II, 669.
—, unzerlegbare elementare. II, 442.
Einheiten. II, 5.
— des natürlichen Systems. I, 116.
—, neue. II, 488.
Einjährigkeit. I, 617.
Einseitige Bastarde. II, 18. 73.
Einwanderung. I, 467.
Einzelprüfungen, Mittel von zwei. II, 129.
Eizellen der Hybriden. II, 173.
Election. II, 667.
Elementare Eigenschaften, Anzahl der. II, 713.
— Arten, constant. I, 175.
— Eigenschaften. II, 5. 334.
Elemente der Art. I, 3. 119. II, 3.
Eléments de l'espèce. I, 453. 455.
Elimination. II, 667.
Elite. I, 78. II, 667.
Eliterasse. I, 79.
Eliterüben. I, 90.
Eltern, genauere Kenntniss der. II, 15.
Embryonen, adventive. II, 32.
Emery. II, 662. 668.
Empetrum nigrum. I, 454.
Empfindliche Periode. I, 114. 638.
Endosperm, runzlig. II, 113.
Endospermbastarde. II, 158.
Engler. II, 40.
Enothère odorante. I, 316.
Ensink. II, 584.
Entblätterung. II, 341.
Entstehen neuer Arten. I, 131.
Entwickelungsstufen. I, 334.
Epi-Cattleya. II, 35.
Epidendrum. II, 35.
— O'Brienianum. II, 32.
— radicans × E. evectum II, 72.
Epidermis. II, 27.
Epi-Laelia. II, 35.
Epilobium hirsutum. I, 641.
— — cruciatum. II, 601.
— —, fasciirt. II, 553.

Epilobium hirsutum, syncotyl. II, 320.
— —, tricotyl. II, 240.
— scaturigerum. II, 502.
— tetragonum × E. montanum. II, 72.
Epiphronites. II, 35.
Equisetum Telmateja, Fig. II, 536.
— —, Zwangsdrehung, Fig. II, 576.
Erbgleich. II, 142. 397.
Erbkraft der Cotylvarianten. II, 240.
Erblichkeit, latente. I, 336.
Erbse. I, 87.
—, Erfurter Folger-. II, 167.
—, Kneifel-. II, 167.
—, purpurviolettschotige. II, 167.
Erbungleich. II, 428.
Erbungleiche Kreuzungen. II, 142. 399.
Erbzahl. II, 117. 347. 400.
—, Abhängigkeit von verschiedenen Ursachen. II, 411.
—, Abnahme nach oben. II, 413.
— auf den Zweigen. II, 285.
— der Verbänderungen. II, 558.
— der Lata-Familie. II, 406.
— der Seitenzweige. II, 416.
—, hohe. II, 420.
— in den ersten Samen. II, 286.
— in der Traube. II, 412.
— künstlich zu verändern. II, 412.
—, Methode der. II, 111.
— tricotyler Rassen. II, 219. 285.
— von Oen. lata. II, 401.
— von Oen. nanella. II, 406.
— von schwächeren Pflanzen. II, 414.
Erdbeere „Reus van Zuidwijk". I, 481.
Erde in den Schüsseln sterilisirt. I, 196.
Erfurt. II, 394.
Erfurt's Handelsgärtnereien. II, 219.
Erica Tetralix, bunt. I, 603.
Ericaceen, Tetraden. II, 64.
—, weissbeerige. II, 532.
Erigeron bellidiflorus. II, 548.
Eritrichium nanum leiospermum. I, 454.
Ernährung begünstigt die Anomalie. I, 627. II, 523.
— des Samens. I, 373.
— und Zuchtwahl. I, 368.
— — —, Curven. I, 384.
Ernährungsmodifikationen. I, 91. 95.
Ernährungszustand der Mutter. I, 96.
Ernst. I, 476.
Ernte, Anfangs-. II, 287.
—, Beschränken der. II, 288.
—, Einzel-. II, 117.
—, grössere. II, 285.
—, ideale. II, 120.
—, Jahr der. II, 286.
—, theoretische. II, 117.
Erodium cicutarium. I, 454.
Erodium cicutarium album. I, 469.
Erschüttern. I, 353.
Erstarkungssprosse. I, 640.
Erste Jahren der Cultur. I, 145.
Erwachsene Blätter junger Rosetten. I, 207.
Esimpler. I, 648.
Espèces affines. I, 367.
Essences spécifiques. II, 173.
Eucalyptus citriodora. I, 459.
— Globulus. I, 258. 629.
Euoenothera. II, 58.
Eupatorium cannabinum, bunt mit Galle. I, 291. II, 490.
Euphorbia exigua. I, 453.
— ipecacuanha. II, 664.
Euphrasia. I, 66. II, 497.
Euthymorphose. II, 664.
Evolution discontinue. I, 46.
Evonymus japonicus, bunt. I, 604. 609.
— —, fasciirt. II, 552. 553.
Erythraea Centaurium album. II, 386.
Ewart. J. Cosson. II, 490. 535.
Explosion. II, 701.

Fabre. II, 70.
Fagus. I, 101.
—, Blutbuche zu Buch am Irchel. I, 136.
— sylvatica espleniifolia. I, 136. 479. 488.
— —, Becher. II, 324.
— —, bunt. I, 606. 609.
— —, dreikeimblätterig, Fig. II, 232.
— —, syncotyl. Fig. II, 323.
— —, tricotyl. II, 240.
Fahnenblätter. I, 257.
Fairchild. I, 598.
Falter. I, 307.
Familie, Oen. Lamarckiana. I, 154—157.
Familien. I, 359. 360.
— bei der Cultur der Zuckerrüben. I, 154.
Farbe der Blüthen. II, 194.
— der Samen. II, 193.
Farbvarietäten. II, 195. 487.
Farne, kammförmige. II, 520.
—, Varietates cristatae. I, 433.
—, zerschlitzte. I, 647.
Fasciirte Kaiserskronen. I, 129.
Fasciation. I, 152. 324. 458.
Fasciationen an Tricotylen. II, 234.
—, Erblichkeit. II, 541.
Fedia scorpioides. II, 236.
Fehlergrenze. II, 131.
Fehlerquelle. II, 11. 118.
Ficaria ranunculoides. I, 643.
Fichte, astlose. I, 475.
Ficus-Arten, kriechende. I, 32.

Filament am Griffel angewachsen. I, 351.
Fixiren. I, 369. 421. 493. II, 376. 390.
— neuer Varietäten. II, 394.
Fixirung. I, 601. 610.
Flachs. I, 128.
Flahault. II, 498.
Flechten. II, 523.
Fleeming Jenkin. I, 27.
Flieder. I, 130.
—, gefüllter. I, 421.
— —, Fig. II, 55.
Flora Europae. I, 19.
Flot. II, 686.
Fluctuirende Variabilität. I, 37.
Focke. I, 599. II, 3. 7. 9. 62. 464. 497. 657.
— über Mendel. II, 138.
Foraminiferen. II, 703.
Forficula. I, 402.
Forma genuina. I, 452.
Formen, Bildung neuer. I, 132.
—, Reichthum an. II, 12.
Formenkreis, äusserer. I, 429.
— der Art. I, 514.
— der Eltern. II, 12.
—, dimorpher. II, 639.
—, innerer. I, 429.
Fortschritt, regressiver. I, 414.
—, stufenweiser. I, 7.
Fothergill. I, 318.
Fourgeot. I, 481.
Fournier. II, 97.
Fragaria. II, 30. 31. 73.
— alpina. I, 135.
— —, Monats-Erdbeere. I, 25.
— × Ananas. II, 32.
— chiloensis. II, 32.
— Grayana. II, 32.
— indica variegata. I, 607.
— vesca. I, 137.
— virginiana. II, 32.
Frank. I, 290.
Franse der Blumenblätter. II, 358.
Fraxinus excelsior aurea. I, 601.
— —, fasciirt. II, 553.
—, Ornus monophylla. II, 534.
Freyhold, v. I, 567.
Fries. I, 12. 123. 355.
Fritillaria imperialis. II, 552.
Fromentum. II, 655.
Früchte, keimfähige Samen pro. II, 413.
—, auf der Traube, Höhe der. II, 414.
—, bunte. I, 600.
—, fleischige. I, 84.
—, fünffächerige. I, 347.
—, kleiner werden auf der Traube. II, 413.
—, fünf bis neunfächerige. I, 339.
Früchte, sich nicht öffnende. I, 137.
Fruchtbarkeit, verminderte. II, 58. 656.
Fruchtknoten, gestielter, Fig. I, 349.
—, unterständiger. II, 368.
Fruwirth. I, 369, 618. 644. II, 683.
Fuchsia. II, 88.
— coccinea. II, 601.
— macrostemma. II, 236.
Fundorte, isolirte. I, 146.

Gabeläste. II, 226.
Gabelgerste, Fig. II, 40.
Gabeliger Stengel. I, 641.
Gagnepain. I, 638. II, 469.
Gaillon-Erdbeeren. I, 23—25. 135.
Galeopsis Ladanum canescens. I, 454.
Galium Aparine. II, 575.
— — torsum. II, 586.
—, gedrehtes. II, 571.
— verum. II, 575.
Gallardo. I, 568. II, 541.
Gallen, Cinipiden. I, 290. 600.
Gallenbildung. I, 291.
Gallenreiz. I, 291.
Gallesio. II, 485. 670.
Galeobdolon luteum, Pelorien. I, 570.
Galton. I, 36. 60. 113. 374. 381. II, 687.
—, Polyeder. I, 39.
—, Mediane. I, 375.
Gandoger. I, 122. 123. 287.
Garjeanne. I, 432.
Garten-Pensées. II, 487.
Gartenvarietäten. I, 412.
— durch Kreuzung entstanden. II, 363.
—, plötzlich entstandene. I, 479.
Gärtner. II, 12. 21. 464. 646.
—, Cultur in Töpfen. II, 59.
Gärtner's Gattungstypus. II, 485.
Gärtnereien. II, 169.
— von Erfurt. II, 378.
Gasca, La. I, 125.
Gattungen, geschaffen. I, 12. II, 484.
—, künstliche. II, 655.
Gattungsbastard. II, 9.
— bei Orchideen. II, 25.
Gattungstypen. II, 36.
Gauchéry. I, 256. II, 523.
Gebrauchswerthrechnung. II, 125.
Geburt, phylogenetische. II, 637.
Gefässcryptogamen, bunt. I, 606.
Gefüllte Blumen. I, 133. 547. II, 18.
Geheeb. II, 521.
Geikie. II, 709.
Geilstellen. I, 81. 93.
Geistige Anlage. I, 109.
Gelasimus pugilator. II, 592.
Gelbbunt. I, 599.
Gelbliche Keimpflanzen. II, 104.

Gemüsesamen, Entarten der. I, 89.
Generationen, Ueberspringen von. II, 560.
Genista germanica. I, 454.
Gentiana. I, 66.
— punctata concolor. I, 454.
Geoffroy Saint-Hilaire. I, 11, 12.
Geologie. II, 707.
Geometrischer Fortschritt. I, 420.
Georgine. I, 40. II, 97.
— Atavismus, grüne. II, 673.
—, neue grüne. I, 473. 474.
Geranium molle fasciatum. II, 558. 566.
— pratense, sectorial. I, 493.
Gerassimow. II, 691.
Gerhard. II, 97.
Gerste. I, 371. II, 493.
—, Chevalier-. I, 80.
—, Schartigkeit der. II, 509.
—, Steudel's. II, 41.
Gesetze des Mutierens. I, 174.
Gesneria Geroltiana. II, 236.
Gestreifte Blumen. II, 513.
— Varietäten. II, 531.
Getreidearten. I, 77. 82.
Getreidecultur, arctische und Höhegrenzen. I, 71.
—, nördliche Grenzen der. I, 87.
Getreidekreuzungen. II, 33. 37. 192.
Getreidezüchtung. I, 77.
Geum. II, 36.
— intermedium. II, 26. 27. 36. 51. 63. 72. 83. 685.
— urbanum, bunt. I, 603. 608. 613.
— — × rivale. II, 59.
Gewebe, secundäre. I, 618.
Giard, A. I, 402. II, 216. 379.
Gideon, Peter M. I, 127.
Gilia tricolor alba. II, 390.
Gillot, I, 318. II, 498.
Girard, A. I, 108. II, 209. 210.
Gladiolus. I, 55. 459. 489. II, 72. 642.
— byzantinus. II, 90.
— communis. II, 90.
— floribundus × G. cardinalis. II, 90.
— hybridus Lemoinei. II, 90.
— Gandavensis. II, 90.
— purpureo- auratus. II, 91.
—, winterhart. II, 91.
Glaucium luteum, tricotyl. II, 239.
Glechoma hederaceum variegatum. I, 605.
Gleditschia sinensis inermis. I, 481.
Gleichung, biochronische. II, 706.
Gloxinia superba. I, 421. 425.
— — erecta. I, 566.
Glücksklee. I, 574.
Godetia amoena. I, 469. II, 239.
Godron. I, 15. 17. 126. 139. 567. 611. II, 13. 26. 61. 71. 82. 84. 147. 364. 655.
Goebel. I, 137. 258. 369. 426. 428. 475. 484. 549. 570. 629. 644. II, 138. 533. 550.
Goethe. II, 650.
Gomphrena globosa. I, 494.
Goneokline Bastarde. II, 18. 21.
Graaf, de. II, 12, 36. 93.
Gradations. I, 49.
Grannenweizen, rother. II, 192. 193.
Gräser, vivipare. I, 426.
Graveland, 'S. I, 187.
Gravis. II, 707.
Gray, Asa. I, 313.
Grenzbewohner. I, 363.
Grenze verwandter Arten. I, 304.
Griffel. II, 16.
Grisebach. II, 653.
Grönland. II, 71.
Groombridge. I, 491.
Gross, Em. II, 413.
Grossarten. I, 117.
Grossmutterwahl. II, 129. 242. 260. 664.
Groups, intergrading. I, 41.
Gruppen von Pangenen. II, 690.
Gruppy. II, 320.
Guignard. II, 61. 158.
Gulick. I, 147.
Gymnospermen. I, 457. II, 546.
Gypsophila paniculata torsa. II, 586.

Haacke. I, 112. 370. II, 662.
Haage und Schmidt. I, 549.
Hafer, Anderbecker. I, 59.
—, steriler. II, 669.
—, Wassergehalt. I, 371.
Hahnenfuss, knolliger. I, 582.
Hahnenkamm. I, 88. 433. II, 561.
Halbe Curven, Fig. I, 429.
Halbrasse. I, 422. 424. II, 640.
—, inconstante. II, 531.
Halbrassen, tricotyle. II, 212. 238.
Hallet in Brighton. I, 79. 389.
Hamann. II, 662.
Handelsrasse. I, 79.
—, Regression. I, 61.
Hanf, tricotyl. II, 272.
Hanna. I, 78.
Hannemann. I, 318.
Hansemann. II, 691.
Hanstein. I, 318.
Harshberger. II, 664.
Hartmann, von. I, 50. II, 662.
Haycraft. I, 111.
Hays. II, 53. 160. 665.
Heckensamen. II, 208.
Hedera Helix var. arborea. I, 32.
— — variegata, erblich. I, 611.
Hedychium coronarium. I, 636.

HEEGER. I, 477.
HEER. II, 711.
Heidelbeere. II, 532.
HEINE. I, 74. 82.
HEINRICHER. I, 429. 485. 639. II, 537. 663.
HEINSIUS. I, 496. 526. 612. II, 209.
Helichrysum bracteatum. II, 228. 304.
— —, einfarbig. II, 392.
— —, Fig. II, 275.
— —, Phosphatdüngung. II, 291.
— —, sectorial. I, 491.
— —, syncotyl. II, 320.
— —, tricotyl. II, 239. 281.
— —, tricotyle Rasse. II, 274.
Helianthemum-Bastarde. II, 676.
— vulgare. I, 102. 355.
Helianthus annuus. II, 547. 548.
— —, bunt. I, 613.
— —, Fasciation. II, 324. 554.
— — giganteus. II, 343.
— — ohne Plumula. II, 323.
— —, syncotyle Cultur. II, 267.
— — syncotyleus. II, 214.
— — —, Cotylbecher. II, 321.
— — —, Curve der Syncotylie. II, 332.
— — —, — nach Selection. II, 333.
— — —, Fig. II, 340.
— — —, Stammbaum. II, 329.
— — variegatus. II, 214.
— — tuberosus, fasciirt. II, 554.
HELMHOLTZ. II, 710.
Helwingia ruscifolia. I, 459.
Hemipentacotyl. II, 215.
Hemisyncotyle Minus-Varianten. II, 344.
Hemisyncotylen, Wahl der. II, 336.
Hemisyncotylie. II, 319.
Hemitetracotyl. II, 215.
Hemitricotyl. II, 215.
Hemitricotyle Bastarde. II, 305.
— Zuchtrassen. II, 224.
Hemitricotylen. II, 239. 293.
— als Bastarde. II, 222.
—, tiefgespaltene. II, 253.
HENSLOW. II, 667.
HENRY. II, 56.
Hepatica triloba. I, 129. 475.
HERBERT. I, 26. II, 72. 75. 93. 498. 655.
HERTWIG, O. I, 42. 46. 109. II, 684.
HERITIER, L'. I, 316.
Herzflecken. II, 351. 361.
Hesperis matronalis, einjährig. I, 619.
— — gestreiftblüthig. I, 506.
— —, fasciirt. II, 559.
HESSE. I, 125.
Heterogenesis. I, 50.
HEUZÉ. I, 621.
Hexacotylen. II, 223.
HIBBERT. II, 97.
Hibiscus moscheutos. II, 664.
Hieracium. II, 14. 24. 30. 36. 498. 500.
— aurantiacum. II, 36.
—-Bastarde. II, 15. 52.
— brachiatum. II, 501.
— magyaricum. II, 36.
— Pilosella. II, 36.
— —, Stolonen. II, 429.
— —, bunt. I, 603.
— setigerum. II, 36.
—, Stolonen von. II, 39.
— umbellatum. II, 491. 549.
— —, Galle. I, 291.
— vulgatum. II, 491.
— —, Galle. I, 291.
— —, oberhalb der Galle verbändert. I, 291.
—, zusammengesetzte Bastarde. II, 87.
HILDEBRAND. I, 468. 617. 629. II, 3. 7. 15. 23. 50. 51. 52. 391. 499. 530.
Hilversum. I, 152. 187.
—, Beschreibung des Fundortes. I, 187.
Himmelröschen, gedreht. II, 585.
Hippeastrum. II, 93.
HITCHCOCK. I, 313.
HOEK. I, 309.
Hochzucht in den Mittelrassen. II, 330.
Hochzuchten. II, 268.
HOFFMANN. I, 27. 62. 137. 144. 464. 468. 478. II, 55. 147. 390. 393.
—'s Schriften. I, 464.
HOFMEISTER. I, 135. 420. 468. 482. 552.
HOLLEMAN. II, 125.
Hollunder, Schwert-. II, 552.
HOLM. I, 618.
HOLMBOE. I, 467. II, 379.
Holzäpfel. I, 84. 127.
Holzbirnen. I, 127.
Homo sapiens. I, 116.
HOOKER. I, 43. II, 391.
Hopetown oats. I, 125.
Hordeum distichum. II, 193.
— tetrastichum. II, 193.
— trifurcatum. I, 139. II, 40, 378.
Hornmehl. I, 386. II, 290.
Hortensia. I, 488.
—, Blaufärbung. I, 633.
HOUTTE, VAN. I, 605. II, 90.
HUBRECHT. II, 662.
HURST. II, 3. 12. 14. 25. 31. 32. 35. 38. 59. 61. 65. 72. 655.
Hüllen aus Metallgaze. II, 152.
Hülse. I, 598.
Humulus japonicus lutescens. I, 601.
— — variegatus. I, 601.

Hunger. I, 426.
Hus. II, 596.
Hyacinthus orientalis. I, 459. 489.
Hybridation, fausse. II, 31.
Hybride Pflanzen, Pollen. I, 299.
Hybriden je zweier differirender Merkmale. II, 173.
—, schwache. II, 14.
— spontane. II, 497.
Hybridologische Synthese. II, 537.
Hybridus, Artname. II, 485.
Hydrangea hortensis. I, 475.
— —, bunt. I, 609.
Hymenocallis. II, 30.
Hyoscyamus albus. II, 239.
—, Farbe der Blüthen. II, 162.
— niger L. × H. pallidus Kit. II, 144.
— pallidus. I, 470.
— — × H. niger. II, 162.
— pictus. II, 239.
Hypericum commutatum. II, 502.
— perforatum. I, 433.
— —, bunt. I, 603.
Hypocotyle Knospe. I, 459.
Hyssopus officinalis albus. I, 469.

Iberis coronaria. II, 380.
— umbellata rosea. II, 382.
Idioplasma. II, 684.
Ihne. I, 464.
Ilex Aquifolium. I, 138.
— —, bunt. I, 598. 604. 609.
Immutabilität. I, 17.
Immutable u. mutable Perioden. I, 145.
Impatiens Balsamina, Knospenvariation. I, 491.
— — nana. I, 257.
Inconstante Rassen. II, 513.
Inconstanz der Mittelrassen. II, 519.
— durch Kreuzung. II, 633.
— der Oen. scintillans. I, 176.
— in späteren Jahren. II, 517.
Index Kewensis. I, 14.
Individual differences. I, 21. 23.
Individuelle Kraft. I, 115. 369.
Individuen, sterile. I, 299.
—, Ungleichheit aller. I, 149.
Inkarnatklee, I, 571.
Insecten. I, 155.
Instinkt. II, 668.
Intermediär. II, 18.
—, absolut. II, 24.
Intracellulare Pangenesis. I, 28. 42. 45. 92. 94. 108. 131. 140. II, 462. 683.
Inzucht. II, 14.
Iris. I, 101.
— falcifolia. I, 485.
Iris, Kaempferi. I, 485.
— pallida. I, 485.
— — abavia. I, 485. II, 537. 663.
— Pseudacorus. I, 468.
— xiphoides. I, 491.
Irmisch. I, 617.
Isolirung. I, 419.
— neuer Formen. II, 507.
— tricotyler Mittelrassen. II, 302.
Iterative Artbildung. II, 704.

Jacquin. I, 14.
Janczewski, de. II, 73.
Jäggi. I, 136.
Jagtlust. I, 187.
Jahre reich an Anomalien. I, 638.
Jahreszeit. II, 549.
Janet. I, 149.
Janse. I, 566.
Jenčič. I, 299. II, 63.
Johannsen. I, 5. 371. II, 5. 8. 10. 117. 553. 684.
— über Befruchtung. II, 493.
— — Gerste. II, 509.
Joly. I, 481. II, 709.
Jordan. I, 89. 117. 120. 131. 132. 143. 166. 287.
—'sche Schule. I, 19.
Jost. I, 553. 565.
Juel. II, 65.
Jugendformen. I, 258. 362. 457. 484. 629.
Jugendeigenschaften. I, 321.
Jugendzustände. II, 533.
Juglans regia laciniata. II, 383.
Juncus spiralis. I, 459.
Justicia superba, fasciirt. II, 554.

Kämme in den Blüthen. I, 135.
Kampf um's Dasein. I, 149. 269. II, 665. 667.
Kapteyn. II, 125.
Kartoffeln. I, 61. II, 678.
Kartoffel, Keimpflanze. I, 628.
Kassowitz. II, 507. 671.
Kastanie. I, 88.
Keimesvariationen. II, 673.
Keimpflanzen, doppelte. II, 225.
—, gelbe. I, 345. 614.
Keimprobe. II, 119.
Keimprüfungen, Tabelle. II, 126.
—, Umfang der. II, 124.
Keimung, Geschwindigkeit der. I, 645.
—, späte. I, 593.
Kelch, laubartig. II, 587.
Kelchzipfel, blumenblätterartig. I, 350.
Keller. II, 683.
Kelvin. II, 708.

Kerner. I, 132. II, 9. 15. 20. 26. 52. 65. 73. 501.
Kerria japonica, bunt. I, 604. 609.
— — plena. I, 488.
Kersten. II, 662.
Kessingland. II, 193.
Keteleer. II, 95.
Kickx. I. 638.
Kidd. I, 111.
Klatschmohn. II, 218.
Klebahn. I, 117. II, 571.
Klee, Kreuzung fünfblättriger. II, 354.
Klinge. II, 496.
Klotsch. II, 13.
Knäuel der Zuckerrübe. I, 646.
Knight. I, 94. 605. II, 13. 530.
Knospen auf den Cotylen. I, 351.
—, ruhende. I, 354.
Knospenvariation. I, 39. 457. 551. 602. 604. II, 604. 670.
Kobus. I, 104.
Koch. I, 123.
Kohl. II, 13.
—, Chou de Milan des Vertus. I, 135.
— Panachüre. I, 609.
—, Savoy-. I, 89.
—, schottischer. I, 87.
Kohlbrugge. II, 535.
Kohlrabi. I, 135.
Koken. II, 704.
Kolbenspelz, weisser. II, 192.
Kölliker. I, 50. II, 662.
Kollmann. I, 37. 83. 109. 145.
Kölreuter. II, 3. 7. 9. 17. 84.
Köpfchen, dreistrahlig fasciirte. II, 548.
—, Verdoppelung der. II, 492.
Korn, schwerstes. I, 646.
Kornblume. I. 370.
Körnicke. II, 27. 559.
Korschinsky. I, 50. II, 660.
Kotyledonen-Knospen. II, 550.
Krasan. I. 451.
Krausige Blätter. II, 16.
Krebs. II, 664.
Krelage. I, 549.
Kreuzung. II, 464.
—, combinirte unisexuelle. II, 473.
—, degressive Artbildung bei. II, 372.
— der Abkömmlinge von O. Lamarckiana mit älteren Arten. II, 473.
— der tricotylen Mittelrassen. II, 293.
—, dihybride. II, 399. 420.
—, entgegengesetzte. II, 658.
—, Formenreichthum durch. I, 54.
— gestreifter Blüthen. II, 351.
—, monohybride. II, 114. 399.
— mutabler Eigenschaften. II, 420.
—, polyhybride. II, 473.
Kreuzung, reciproke. II, 58. 419. 471. 479.
— stark variabler Eigenschaften. II, 370.
— syncotyler Rassen. II, 342.
— und Selection. II, 53.
— und Variabilität. II, 461.
—, unisexuelle. II, 495. 642.
—, Variabilität, durch zufällige. I, 56.
— verschiedener Blüthen. II, 464.
— von Halb- und Mittelrassen. II, 346.
—, wiederholte. II, 12. 79.
Kreuzungsbeimischungen. I, 420.
Kugel-Acacia. I, 475.
Kuhn & Co. I, 74. 645.
Kümmerlinge. I, 94. 97. 369.
Kuyper. II, 667.

Laciniate Varietäten. II, 203.
Lactuca. I, 101.
— virosa × sativa. II, 75.
Laelia. II, 35.
— harpophylla × Paphiopedilum. II, 32.
Laevifolia-Familie. I, 186—195.
Lagerheim, von. II, 492. 549.
Lamarck. I, 12. 145. 316. II, 667.
Lamarckiana-Familie. I, 182.
Lambert. II, 391.
Lamium album, bunt. I, 613.
— maculatum, Pelorien. I, 570.
— purpureum, fasciirt. II, 553.
Landweizen, rother. II, 37. 193.
Landwirthschaftliche Culturvarietäten. I, 58.
Länge des Griffels. II, 658.
Langethal. I, 73. 89. II, 209.
Lapageria rosea. II, 27.
Lathyrus odoratus. I, 468.
Latente Eigenschaften, Activirung. I, 461.
— — älter als die Arten. I. 573.
Latentwerden. I, 457.
Latenz. I, 119. 131. II, 639.
— der Farbe. II, 147.
—, Schema. I, 424.
—, theilweise. II, 148.
Latitüde. II, 117. 123.
—, Tabelle der. II, 128.
Laub, Abfallen des. II, 36.
Laurent. I, 607. II, 664. 678.
Lauterborn. II, 664.
Lavatera pseudolbia × thuringiaca. II, 72.
Lavendula Spica. I, 452.
Lavergne, Léonce de. II, 209.
Laxton. II, 53.
Lecoq. II, 9. 489. 515.

Lebensdauer von Oen., Variabilität in der. I, 190.
Lebenslage. I, 94. 633. II, 289. 589.
— auf die Erbzahlen, Einfluss der. II, 340.
Lebensmedien. I, 92. 113.
Lebensumstände, Wirkung der. I, 596.
LEGER, L. J., II, 225.
LEGRAND. II, 97.
Lein. I, 89. II, 169.
Leinsamen von Riga. I, 90.
LEMOINE. I, 129. 421. II, 89.
LE MONNIER. II, 592.
Leonurus Cardiaca, Pelorien. I, 569.
Lepidoptera. II, 660.
LEVEILLE. I, 313. II, 652.
Levkoje. I, 551. 580. 581. 647. II, 193.
—, chamoisfarbig. II, 394.
—, gefüllte. II, 587.
Liebhaber. II, 395.
LIGNIER. I, 108. II, 210.
Lilium. II, 30. 54.
— candidum plenum. I, 472.
— cruentum plenum. I, 638.
— speciosum album corymbiflorum. II, 552.
Linaria. II, 12.
— italica. II, 502.
— spuria. I, 553.
— vulgaris. I, 555. II, 178.
— —, bunt. I, 603.
— —, Catacorolla. I, 563.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— — hemipeloria, Fig. I, 556. II. 39.
— — peloria. I, 564.
— — — anectaria. II, 39.
— — —, Entstehung. I, 552.
— — —, Mutation. I, 562.
— — —, Stammbaum. I, 559.
— — × perlutescens. II, 153. 161.
— — × purpurea. II, 82.
— — tricalcarea. I, 470.
— —, tricotyl. II, 267.
LINDEMUTH. II, 678.
Linden mit Ascidien. I, 433.
LINDEN, VON. I, 566.
LINDLEY. I, 65. 86. 89. 453. 550.
LINNÉ. I, 12.
—'sche Arten. I, 33.
— —, Entstehen der. I, 44.
— über Hybriden. II, 484.
Linum. I, 128.
— crepitans. I, 137.
— perenne × austriacum. II, 75.
— usitatissimum album. I, 468. 469. II, 169.
— —, Samenausstreuung. I, 137.
Literatur über Bastarde, neuere. II, 7. 8.
Loasa. II, 72.
Lobelia. II, 36.
— cardinalis × fulgens, Variabilität. II, 75.
— — × splendens, Variabilität. II, 75.
— Erinus. II, 239.
— fulgens × syphilitica. II, 54.
— syphilitica alba. I, 469.
— — × cardinalis. II, 54.
Locale Formen. I, 123.
LOCHOW, VON. II, 665.
Löffelgerste. II, 378.
—, Fig. II, 40.
Lolium perenne ramosum. I, 433.
Lomaria procera. I, 43.
LOUDON. I, 479.
Lonicera. I, 459.
Lotus corniculatus. I, 454.
— — hirsutus. I, 454.
— major, vierscheibig. I, 574.
Löw & Co. I, 135.
Löwenmaul. II, 196. 218. 236. 487.
LUDWIG. I, 5. 36. 307. 374. 415. 524.
Luffa. II, 26.
— acutangula × cylindrica. II, 61.
Lunaria biennis, bunt. I, 612.
Lupinus arborescens. II, 664.
— luteus, Pelorien. I, 569.
— — torsus. II, 576.
— —, zwangsgedrehter. I, 637.
Luzerne der Bretagne. II, 209.
Lycaste Skinneri. II, 32.
Lychnis. I, 144.
— chalcedonica alba. I, 469.
— Coeli-rosa torsa. II, 585.
— dioica L. I, 14. II, 645.
— diurna, bunt. I, 603.
— — × Flos cuculi. II, 27.
— — L. × L. vespertina L. II, 144. 153.
— — × Preslii. II, 178.
— fulgens, tricotyl. II, 231. 244.
— vespertina. II, 161. 232.
— — × diurna. II, 16. 161.
— — — —, Variabilität. II, 75.
— — glabra. I, 470. 478. II, 39. 191.
— — × glabra. II, 157.
— — glabra, einjährig. I, 619.
— — — × L. diurna. II, 184. 190.
— vespertina glabra × L. vespertina. II, 167.
— — × L. v. glabra. II, 37.
— — (behaart) × L. vesp. glabra. II, 145.
Lycopersicum. I, 481.
LYNCH. I, 468. II, 342.
Lysimachia vulgaris. I, 290.
— —, dreigliederig. I, 631.
— —, Knospen. I, 630.

Mac Dougal. II, 604. 660.
Mac Leod. I, 5. 94. 112. 369. 370. II, 209.
Macfarlane. II, 3. 4. 8. 15. 22 26. 27. 51. 62. 112. 468. 472. 642. 648. 663. 685.
Madia elegans. I, 60. II, 351.
— —, Fig. I, 470.
— — Strahlencurve. I, 409.
Magnolia. I, 422.
— obovata, Becher. I, 429. 638. II, 522.
Magnus. I, 477, 568. 642. II, 532.
Mahonia aquifolia, Fig. II, 51.
Mainstay. II, 193.
Mais, Acclimatisation. I, 71.
—, Bastarde. I, 69.
—, Harlekin-. II, 159.
—, Hühner-. I, 71.
—, Miniatur-. I, 68.
—, Riesen Pferdezahn-. I, 68.
—, Retourselection. I, 88.
—, steriler. I, 137. 475.
—, Stammbaum eines Selectionsversuches. I, 53.
—, verbänderte Kolben. II, 560.
—, Umwandelung in badischen Mais. I, 68.
—, weisser Reis-. I, 68.
Maiskolben des Handels. I, 68.
Malinvaud. II, 497.
Malthus. I, 24.
Mansholt van. I, 90.
Maple cutleaved. I, 130.
Marchant. I, 136.
Marliere. II, 683.
Marrubium remotum. II, 501.
Massart. II, 523. 669.
Masters. I, 340. 356. 460. II, 62. 236. 595.
Matricaria. I, 129.
— Chamomilla discoidea. I, 138. 467.
— — —, Fig. II, 379.
— eximia. I, 601.
— flore plenissimo. I, 542.
Matthiola glabra. II, 193.
— incana. I, 144. 468. II, 193.
— — nana. I, 257.
Mäuse. II, 373. 377.
Mayer, A. G. II, 660.
Medicago media. II, 52. 72.
— lupulina, fünfzählig. I, 574.
Meerrettig, bunt. I, 607.
Mehrgipfelige Curve. I, 113.
Mehrjährig werden. I, 618.
Mehrjährige Rüben. I, 618.
Melampyrum pratense, Fig. II, 236.
— —, Pelorien. I, 569.
— —, tetracotyl, Fig. II, 235.
Melilotus coerulea monophylla, Fig. I, 471.
— — —. II, 521.
Melissa officinalis villosa. I, 454.
Melonen. I, 119. II, 13.
Mendel, Species-Charakter. II, 173.
—'sche Bastarde. II, 141.
— — nicht absolut constant. II, 486.
— —, Übersicht der. II, 367.
—' Gesetze. II, 464.
—'s Gesetze im Gartenbau. II, 374.
—'sche Spaltungen keine absolute. II, 525.
— Spaltungsregel. II, 446.
Mengenwerthigkeit. II, 149.
Menschenrassen. I, 29.
Mentha. II, 497.
— aquatica, bunt. I, 608.
— —, pelorisch. I, 566.
Mérat. I, 473.
Mercurialis annua. II, 269. 281.
— —, Atavisten. II, 283.
— —, Becher. II, 324.
— —, Blattstellung, Fig. II, 324.
— —, Cotylbecher. II, 321.
— —, diöcisch. II, 638.
— —, erstreifende Samen. II, 287.
— —, fasciirt. II, 553.
— — laciniata. I, 136.
— —, tricotyl. II, 228.
— — —, Fig. II, 232. 233.
— —, tricotyle Rasse. II, 273.
— —, Zwangsdrehung. II, 325.
Merkmale, Abschätzung der. II, 21.
—, anscheinend recessive. II, 202.
—, äussere. II, 5.
—, 7 differirende. II, 194.
—, generative inconstante. II, 74.
—, phylogenetisch ältere. II, 370. 373.
—, überschreitende. II, 15.
Merkmalkategorien. II, 24.
Merkmalspaare. II, 373. 641.
—, scheinbare. II, 202.
—, vicariirende. II, 639.
Mespilus × Crataegus. II, 679.
Metamorphose, retogressive. I, 457.
Metzger. I, 68.
Meyen. I, 598.
Mezzana. II, 555.
Michaux. I, 316.
Michelis. II, 547.
Microlepis hirta cristata, Fig. II, 520.
Migration. I, 67. 109. 146.
Migrationstheorie. II, 507.
Millardet. II, 30. 51. 73.
Mimulus. II, 669.
Minus-Varianten. I, 413. II, 321.
— — der Syncotylen. II, 334.

Minus-Zuchtwahl. II, 339.
Mirabilis. II, 489. 514.
— Jalapa aurea. I, 601.
— — × longiflora. II, 27.
— —, sectoriale Spaltung. I, 490.
— longiflora × Jalapa. II, 61.
Mischlinge. II, 7. 9.
Mittelbildungen. II, 19. 293.
— als Bastarde. II, 222.
Mittelrasse. I, 415. 422. 424. II, 282. 330. 640.
—, abnormale und normale. II, 519.
— allmählich isolirt. II, 278.
—, Empfindlichkeit. II, 333.
—, Erbzahl. II, 580.
—, Erklärung. II, 523.
—, erstes Auftreten. II, 531.
—, ideale. II, 212.
—, Inconstanz der. II, 518.
—, Isoliren. II, 240.
—, Isolirung tricotyler. Tabelle. II, 281.
— — auf einem Umwege. II, 305.
—, Liste. II, 526.
—, tricotyle. II, 247. 265.
—, typische. II, 277.
—, verbänderte. II, 555.
Mohn. I, 128.
Mohrrübe. I, 65.
Mokry. I, 82.
Molecüle. I, 3.
Molisch. I, 609.
Moll. I, 470. II, 578.
Molliard. II, 492.
Monde ambiant. I, 46.
Monnier, Le. II, 348.
Monocotylen. I, 456. 457.
Monohybride Kreuzungen. II, 114.
Monohybriden. II, 111.
—, dritte Generation. II, 160.
—, Ei- und Samenzellen. II, 172.
—, Mendel'sche. II, 143.
— mit ihren Eltern. Kreuzung der. II, 175.
—, spätere Generationen. II, 168.
—, zweite Generation. II, 149.
Monophyllie. II, 534.
Monotypie. II, 400.
Mons, van. I, 126.
Monstera deliciosa. I, 629.
Monstrositäten. I, 129, 337. II, 16. 17.
— Literatur. I, 338. 339.
Monstruosités taxinomiques. I, 337.
Moquin Tandon. I, 465.
Morgan, Hunt. II, 662.
Morren. I, 599. 611. II, 17. 230. 236.
Morus nigra, bunt. II, 681.
Mory. II, 34.
Müller. I, 431. 468.
—, Fritz. I, 52. 488. 641.
—, Hermann. I, 431.
Müller-Thurgau. II, 669.
Munting. I, 89. 128. 542. 636.
Murbeck. II, 656.
Murphy. II, 707.
Murr. I, 467.
Muscari comosum plumosum. I, 475.
— — —, Fig. II, 669.
Muscheln. I, 307.
Muséum d'histoire naturelle, Herbar des. I, 316.
Mustel. II, 513.
Mutabilität. I, 4.
—, allseitige. I, 139—145. 269. 300.
—, Anfang der. I, 356.
—, Beziehung zwischen Variabilität und. II, 250.
— der Oen. Lamarckiana. I, 181.
—, experimentelle Behandlung der. I, 356.
—, parallele. II, 696.
—, periodische. I, 181.
—, richtungslose. I, 140. 365.
—, unaufhörige. II, 698.
—, Verlust der. II, 458. 460.
—, vermuthliche Ursachen. I, 358.
Mutable Anlagen. II, 427.
— und immutable Perioden. I, 181.
Mutabler Zustand. II, 427.
Mutante, Merkmale einer. I, 287.
Mutanten aus Kreuzungen. I, 300.
— — — mit älteren Arten. I, 211.
— — O. Lamarckiana × O. nanella. I, 211.
— — Oen. rubrinervis × nanella. II, 426.
— — O. scintillans. I, 210.
— — neuen Arten von Oenothera. I, 210.
—, hoher Gehalt. I, 185.
Mutation. I, 7. 16. 17. 18.
— als Bastard. II, 504.
—, Anlage. I, 332.
— als erbliche Eigenschaft. I, 335.
—, äussere Ursachen. II, 257.
— bei Kreuzungen, Oenothera. II, 425.
—, Chemische Natur der. I, 291.
—, Eintreten von. I, 584.
—, generative. II, 529.
—, gleichnamige. I, 332.
—, Grösse. I, 39.
—, Hervorrufen von. I, 212.
— im Freien und im Garten. I, 216.
— im Gartenbau. II, 508.
— in der Cultur. I, 132, 139.
— in der Lata-Familie. I, 197, 301.

Mutation in einer Cultur von O. Lamarckiana. I, 242.
— — — Keimschüssel. I, 205.
— in Hilversum. I, 215.
—, Einfluss der Keimkraft. I, 360.
— latent vererbt. I, 333.
— nach Kreuzungen. II, 425.
— ohne Periode. I, 563.
—, periodische. I, 150.
—, progressive. I, 5.
—, progressive, retrogressive und degressive. II, 636.
—, retrogressive. I, 5, 565.
—, richtungslose. I, 150. 179. 181.
—, Ursache. I, 290. II, 251.
—, Verlorengehen. I, 336.
— von Linaria, Vergleichung mit Oenothera. I, 564.
— vor der Befruchtung. II, 504.
—, Wirkung guter Nährung. I, 50.
—, vegetative. II, 670
—, zufällige. II, 528.
Mutationsbastarde, constant. II, 429.
Mutationsbeherrschung. I, 132.
Mutationscoëfficient. I, 239. 240. 249. 297. II, 509.
—, Oen. rubrinervis. I, 234.
—, — nanella. I, 262.
— von 100 %. II, 510.
— von Linaria. I, 564.
Mutationsperiode. I, 147. 352. 359.
—, Austreten aus der. I, 352. II, 457.
—, geologische. II, 541. 697.
— der Tomaten. II, 510.
Mutationsperioden, Ueberreste vergangener. I, 462.
Mutationshypothese. I, 46—51.
Mutationskreuzungen. II, 398.
—, combinirte. II, 429.
—, dihybride. II, 420.
Mutationstheorie. I, 3.
Mutationsvermögen. I, 212.
—, Erlöschen des. II, 458.
— nicht durch Kreuzung gesteigert. II, 425.
Mutiren I, 7. 17. 131. 147.
— in der Natur. I, 212.
—, Latente Fähigkeit. I, 332.
Myosotis alpestris aurea. I, 602.
— — Victoria. I, 470.
— azorica. I, 642.
Myrtus communis tarantina, bunt. I, 609.

Nachbarkreuzungen. II, 536.
Nachbau. I, 88.
—, Originalsaatgut. I, 59.
Nachträgliche Keimen. I, 183.
Nadelholzkunde. I, 258.
Nägeli. I, 355. II, 5. 8. 13. 21. 57. 65. 417. 461. 463. 652.
Namen, binäre. I. 456.
Nanismus. I, 256.
Narben, Ausbreiten der. I, 319.
—, Beschneiden. II, 417.
—, Spaltung. I, 339.
Narbenstellung, schwankende. II, 49.
Nasturtium palustre. I, 643.
Natürliche Auslese. I, 181. II, 667.
— — auf dem Acker. I, 85.
Nature abhors perpetual selffertisilation. I, 108.
Naturzüchtung, Allmacht der. I, 416.
Naudin, I, 26. 119. II, 4. 8. 12. 26. 44. 172. 498. 515. 656.
Nawaschin. II, 158.
Nebelflecke. I, 355.
Nebelgruppe. I, 367.
Nebenwurzeln. II, 17.
Nectarine. I, 489.
Néflier de Bronveaux. II, 679.
Neger. II, 517.
Nelke, weizenährig. I, 474.
Nemophila insignis. I, 494.
Neo-Lamarckismus. II, 661.
Nepaulgerste. II, 40. 378.
Nestler. II, 546.
Neuheiten. I, 56. 131. 133. 482. II, 394.
—, experimentelle. I, 524.
— hervorzubringen. I, 413. 418. 535.
—, Isolirung. II, 207.
—, stark variable. I, 414.
—, wenig variable. I, 414.
—, Samen von. I, 57.
New Zealand. I. 43.
Nicandra physaloides. II, 351.
Nicotiana. II, 30.
— macrophylla, bunt. II, 356.
— paniculata. II, 36.
— — × Langsdorfii. II. 36.
— — × vincaeflora. II, 27. 36.
— quadrivalvis × glutinosa. II, 27.
— rustica. II, 36.
— — paniculata. II, 22.
— — × —. II, 61. 84.
— — × —, inconstant. II, 75.
— texana. II, 45.
Nicotunia. II, 655.
Nigella damascena. II, 239.
— — apetala. II, 390.
— hispanica. II, 390.
— — alba, tricotyl. II, 239.
— sativa apetala. I, 138.
Nilsson. II, 663.
Nitella syncarpa. I, 476.
Nobbe. I, 551. II, 123.
Noll. II, 663. 669.

Nomenclatur, binäre. I, 13. 456.
— — und ternäre. I, 120.
— von Oenothera. I, 158.
Nomen specificum. I, 13.
NOTHWANG. I, 646.
Nuphar intermedium. II, 502.
Nutiren. II, 30.
Nutzlose und schädliche Abweichungen. I, 180.

Oberhautzellen. II, 27.
Obstbäume. I, 126.
Obstsorten, grossfrüchtige. II, 53.
Oculiren. I, 113.
Oelmadie. I, 407.
Oelpflanzen. I, 621.
Oenothera albida. I, 160—161. 208. 209. 219. 242. 247—250.
— —, Früchte. I, 320.
— —, Keimpflanzen. I, 302.
— —, Tafel III. I, 250.
— — — IV. I, 197. 198.
— —, weissgraue Farbe der Blätter. I, 236.
—, analytische Tabelle. I, 322—326.
— Berteriana. II, 263.
— biennis. I, 305. 327. II, 31.
— —, Abnormalitäten. I, 340.
— — aus Virginien. I, 318.
— —, Befruchtung. I, 320.
— —, Blüthen. I, 309.
— — cruciata. II, 599.
— —, dreizählig. I, 347.
— —, dreizählige Blüthe. II, 17.
— —, fasciirt. II, 554.
— —, Grundform. I, 314.
— —, Keimpflanzen, Fig. I, 328.
— —, Mutation. I, 332.
— —, Mutationsperiode. I, 315, 355.
— — nanella. II, 476. 482.
— —, Nanellaproduction. II. 459.
— —, ovale Blumenblätter. I, 222.
— —, Pollen. I, 292. 299.
—, Blätter. I, 329.
—, Blüthen. I, 307. 330.
— —. Krümmungen der. I, 318.
— brevistylis. I, 153. 217. 223. 240. 269. 336. II, 178. 206. 429. 457.
— —, Hilversum 1902. II, 506.
— —, Früchte, Fig. II, 431.
— —, Fruchtknoten. II, 432.
— —, Griffel und Narben. II, 431.
— —, Reinheit. II, 161.
— —, Verbänderung. I, 343.
Oenothera campylocalyx. I, 340.
— chrysantha Spach. I, 309.
— cruciata Nutt. II, 100.
— — —, Fig. II, 594.
Oenothera cruciata Nutt. × O. biennis. II, 42.
— —, Stammbaum. II, 606.
— — varia. II, 100. 524. 599.
— — — × O. biennis. II, 101.
— — — × O. Lamarckiana. II, 103.
— — — × O. muricata. II, 103.
—, einjährige Culturen. I, 366.
—, ein- und zweijährige Individuen. I, 190.
— elliptica. I, 156. 184. 193. 194. 195. 200. 215. 280—284.
— —, Blüthe, Fig. I, 28. 282.
— —, Erbziffer. I, 284.
— fatua, Fig. I, 301.
—, gelbliche Keimlinge. II, 109.
— gigas. I, 158—160. 180. 207. 225—231.
— —, Constanz. I, 231.
— —, dreimal aufgetreten. I, 231.
— —, Erbzahl. II, 420.
— —, Fig. I, 226. 228. 230.
— —, Früchte, Fig. I, 321.
— — nanella. I, 160. 266.
— —, steril. II, 59.
— glauca, Fig. II. 320.
— —, Phosphat. II, 291.
— —, 16 % syncotyl. II, 320.
— — syncotyl, Fig. II, 321.
— grandiflora Ait. I, 316.
— hirsutissima. I, 327. II, 473.
— hirtella, Ascidien. I, 349.
— —, Atavisten. II, 284.
— —, Fig. II, 310.
— —, Mutationsvermögen. II, 481.
— — × nanella, tricotyl. II, 315.
— —, Phosphatdüngung. II, 290.
— —, späte Aussaat. II, 291.
— —, tetracotyl. II, 228.
— —, Topfcultur. II, 292.
— —, tricotyl. II, 269. 281. 305.
— — —, Fig. II, 216.
— —, tricotyle Mittelrasse, Fig. II, 221.
— —, Tricotylen für jeden Zweig. II, 287.
—, Keimpflanzen, gelblich. II, 104.
— laevifolia. I, 153. 190. 217. 218. 240. 336. II, 457.
— — Hilversum 1902. II, 507.
— —, Blüthen. I, 221.
— —-Familie, Stammbaum. I, 192.
— —, ovale Blumenblätter. I, 222.
— Lamarckiana. I, 213.
— —, Anfang der Versuche. I, 153.
— —, Aufschiessen. I, 622.
— — aus O. scintillans. I, 276.
— — BB. mit Biennis-Blüthen. II, 108. 471. 482.
— —, Becherbildung, Fig. I, 348.
— —, Befruchtung. I, 320.

Oenothera Lamarckiana bei London. I, 356.
— —, Beschreibung. I. 316.
— —, biennisblüthige. II, 108.
— —, Blüthe, Fig. I, 152.
— —, bunt. I, 603. II, 355.
— —, Buntblätterigkeit. I, 345.
— —, Constanz aus Kreuzungen. II, 424.
— — cruciata, Stammbaum. II, 625.
— —, Curve der Fruchtlänge, Fig. I, 379.
— —, Dicke des Stengels. I, 381.
— —, einjährig. I, 647.
— —, einmalige Mutation. II, 541.
— —, Entstehung. II, 622.
— —, Fasciation. II, 549. 554.
— —, Fig. I, 227. 228. 230.
— —, Frucht, Fig. I, 378.
— —, Früchte. I, 320.
— —, Fruchtlänge. I, 377. 393.
— —, Fundorte. I, 358.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— —, gespaltene Blätter. I, 339.
— — in Amerika. II, 539.
— —, käuflich, Mutabilität. II, 459.
— —, Knospen auf Keimblättern. I, 351.
— —, Kreuzungen. II, 399. 538.
— —, kurzfrüchtige Rasse. I, 391.
— —, langfrüchtige Rasse. I, 389.
— — mit 40 % Mutanten. I, 185.
— —, Mutanten, Kreuzungen. I, 212.
— —, Mutationen. I, 240.
— — nanella. I, 255.
— —, Original-Exemplare. I, 317.
— — × O. biennis. II, 31.
— — × O. brevistylis. II, 37. 122. 145. 157.
— — × O. cruciata varia. II, 17. 616.
— — × O. cruciata varia, steril, Fig. II, 105.
— — × O. muricata. II, 104.
— — × O. muricata, Fig. II, 29.
— — × O. muricata, gelblich. II, 60.
— — × O. nanella, Erbzahlen. II, 410.
— —, Pollen. I, 299.
— —, Polymerie der Blüthen. I, 346.
— —, pentacotyl. II, 223.
— —, Samen. I, 314.
— —, Sandcultur. I, 625.
— —, sectorial bunt. I, 612.
— — Seringe. I, 313—319.
— —, Stammbaum. I, 157. 184.
— —, symmetrische Blüthen. I, 318.
— —, tricotyl. I, 341.
— —, Verbänderung. I, 342.
— —, verdoppelte Rosette. I, 344.
— —, Wurzelblätter. I, 329.
— —, zwei Früchte in einer Blattachsel. I, 349.
Oenothera, Länge der Früchte. I, 312.
— lata. I, 155. 168—170. 194. 195. 215. 219. 287—298.
— —, Hilversum 1902. II, 505.
— —, Blätter, Fig. I, 289.
— —, blühender Zweig, Fig. I, 288.
— —, Buckeln. I, 295.
— —, Eigenschaften. I, 291.
— —, Erbzahl. II, 400.
— — -Familie. I, 196.
— — —, Erbzahlen. II, 406.
— — —, Stammbäume. I, 202—204.
— —, Fig. I, 295.
— —, Früchte, Fig. I, 321.
— —, Keimpflanzen, Fig. I, 294.
— —, Kreuzung mit 15—20 % Erben. I, 196.
— —, Kreuzungen. II, 475.
— —, Merkmale. I, 288.
— — nanella. I, 168. II, 421.
— —, Narben. I, 294.
— — × O. brevistylis. II, 435. 438.
— — × O. cruciata varia. II, 612.
— — × O. nanella. II, 43. 421.
— — × O. nanella, Tafel I. II, 399.
— — × O. odorata. I, 293.
— — × rubrinervis. II, 422.
— —, rein weiblich. I, 293.
— —, Staubbeutel, Fig. I, 292.
— leptocarpa. I, 156. 163. 183—184. 192. 208. 250—254.
— -Literatur. I, 313.
— longiflora, tricotyl. II, 240.
— macrantha. I, 316.
—, Merkmale der neuen Arten. I, 319 bis 326.
— minutiflora. I, 306.
— mollissima, tricotyl. II, 240.
— muricata. I, 305. 327. II, 28.
— — aus Canada. I, 318.
— — × biennis. II, 67.
— — × biennis × biennis. II, 80.
— — × biennis × O. Lamarckiana. II, 86.
— — × biennis × muricata. II, 80.
— —, Blüthen. I, 306. 309.
— — × hirtella, tricotyl. II, 316.
— —, Kelchröhre. I, 311.
— —, Kelchzipfel. I, 310.
— —, Keimpflanzen, Fig. I, 328.
— — × Lam., Blumen. II, 472.
— —, Pollen. I, 299.
—, Mutation in anderen Familien. I, 204.
— nanella. I, 155. 165—168. 207. 215. 255—268.
— — albida. I, 266.
— —, atavistische Periode. I, 258.
— —, Blüthenknospen, Fig. I, 267.

Oenothera nanella, Combinationstypen. I, 266.
— —, Constanz. I, 262.
— — ×, Constanz. II, 423.
— — elliptica. I, 168. 266.
— —, Erbzahlen. II, 407.
— — -Familie. I, 193.
— —, junge Rosetten, Fig. I, 260.
— —, Kreuzungen. II, 476.
— —, Mutation. I, 261. 262. II, 459.
— —, Keimpflanze, Fig. I, 257.
— — oblonga. I. 167. 266.
— — × Lamarckiana. II, 460.
— — × rubrinervis. II, 460.
— — × rubiennis. II, 446.
— —, reciproke Erbzahlen. II, 411.
— —, Samenbeständigkeit. I, 262.
— — scintillans. I, 266.
— —, Spaltungen der Bastarde. II, 443.
— oblonga. I, 163—165. 197—200. 208. 238—247.
— — aus O. scintillans. I, 270.
— —. Erbzahl. II, 419.
— —, Früchte, Fig. I, 321.
— —, Keimpflanzen. I, 302.
— —, Mutanten. I, 241.
— — Samenbeständigkeit. I, 247.
— odorata Hort. I, 316. II, 470.
— — Jacq. II, 57.
— — × biennis. II, 58.
— — × muricata. II, 58.
— parviflora. I, 330.
— Pohliana. II, 435.
— —, Stammbaum. II, 441.
—, Pollen. I, 282. II, 417.
— rubiennis cruciata. II, 600. 618.
— — × O. biennis. II, 107.
— — × O. cruciata varia. II, 107.
— — × O. Lamarckiana. II, 108.
— — × O. muricata. II, 108.
— — × O. nanella. II, 108. 446.
— rubrinervis. I, 155. 161—163. 195. 197. 199. 207. 215. 231—238.
— —, Bastbündel. I, 236.
— —, bunt. I, 612. II, 102.
— — ×, Constanz. II, 424.
— —, Erbzahlen. II, 418.
— —, Farbe der Blätter. I, 236.
— —, Früchte. I, 320.
— — × hirtella. II, 312.
— —, Hochblätter, Fig. I, 349.
— —, Keimtopfcultur. I, 396.
— —, kleinblüthig. II, 449.
— —, Kreuzungen. II, 478.
— —, Mutabilität. II, 459.
— —, Mutanten. I, 234.
— —, Mutationscoefficient. I, 234.
— — nanella. I, 461. II, 453.
Oenothera rubrinervis × nanella. II, 422. 447.
— — — — nach Mendel. II, 456.
— — — — × nanella. II, 454.
— — — —, Stammbaum. II, 451.
— —, Sandcultur. I, 626.
— —, Sprödigkeit. I, 232. 237.
— —, tricotyl. I, 341. II, 241.
— —, tricotyle Cultur. I, 195.
— — — Halbrasse, Fig. II, 221.
— —, Zwergmerkmal nicht mutabel. II, 458.
—, Samen. I, 313.
— scintillans. I, 170. 174. 201. 207. 209. 268—280. II, 108.
— —, 69 % erblich. I, 277.
— — elliptica. I, 171.
— —, Erblichkeit. I, 172.
— —, Erbzahl. II, 419.
— —, Erbziffern. I, 280.
— —, Früchte, Fig. I, 321.
— —, Inconstanz. I, 270.
— —, Kreuzungen. II, 477.
— — mit Biennis-Blüthen. II, 482.
— —, Mutationscoefficient. I, 274.
— — nanella. I, 171. 266.
— — × nanella. II, 422.
— —, Rosette. Fig. I, 273.
— —, Tafel 5. I, 270.
— semilata. I, 175. 201. 254—255.
— spathulata. I, 156. 192. 193. 215.
— —, Fig. I, 300.
—, Stammbaum. II, 470.
—, Stengelblätter, Fig. I, 331.
— suaveolens. I, 305. 316. 318. 473.
— — × biennis. II, 469.
— sublinearis. I, 156. 200. 285—287.
— —, Fig. I, 285.
— subovata. I, 156. 197. 199. 301.
— —, Fig. I, 303.
—, Synonymie. I. 318.
— undulata, tricotyl. II, 240.
—, Vergrünung. I, 303.
—, Vorblätter. I, 350.
— vulgaris Spach. I, 309.
—, Wurzelblätter, Fig. I, 330.
Ogive nach Galton. I, 36.
Ogle. II, 209.
Olive. I, 88.
Onagra. I, 305. 355.
—, Bau der Blüthen. I, 315.
— chrysantha Spach. I, 315.
— gigas. I, 158.
—, Mutationsgruppe. I, 315.
—, Stammbaum. II, 469.
— vulgaris Spach. I, 315.
Oncidium unguiculatum. II, 32.
Oranien. II, 391.

Orchideen. II, 655.
Orchideen-Bastarde. II, 31. 32. 35.
Orchis. II, 496.
Organe, vegetative. II, 74.
Origin of species. I, 17.
Originalsaat. I, 89.
Originalsaatgut. I, 59.
Orobanche Galii, Pelorien. I, 569.
Ostsee. I, 78.
Ostwald's Klassiker. II, 138.
Othonna carnosa. I, 103.
— crassifolia. I, 103. 370.
Oxalis. II, 54. 499.
— articulata × O. lasiopetala. II, 51.
—-Bastarde. II, 530.
— canescens. II, 16.
— corniculata. I, 43.
— hirta. II, 16.
— rubella, Bastarde. II, 52.

Paare von elementaren Eigenschaften. II, 373.
Paeonia corallina leiocarpa. I, 454.
Palaemonetes vulgaris. I, 309.
Paläontologie. I, 49.
Panachirte Stengel. I, 600.
Panachirung. I, 599.
— der Blüthen. I, 492.
Pangene. II, 690.
—, labile. II, 696.
—, somatische. II, 691.
Pangenesis. II, 660.
—, Darwin's. I, 27. II, 682.
—, Intracellulare. II, 688.
Pangenesislehre. II, 684.
Papagei-Tulpe. Fig. II, 537.
Papaver Argemone. I, 431.
— bracteatum, Herzflecken. II, 351.
— — monopetalum. I, 11.
— Cardinal × Mephisto. II, 357.
— commutatum. I, 470.
— — polycephalum. I, 433. 582.
— dubium. I, 123.
— — glabrum. I, 454.
— — × Rhoeas, steril. II, 60.
—, einjährige Arten. II, 44.
— nudicaule. II, 178.
— — aurantiacum plenum. I, 551.
— — coccineum flore pleno. II, 394.
— —, gefüllt. II, 377.
— —, gestreift. II, 353.
— —, Reinheit. II, 392.
— —, sectorial. I, 491.
— orientale. I, 454.
— perennirende Arten. II, 36.
— Rhoeas. II, 228. 268.
— — fl. pleno, tricotyl. II, 239.
— —, gelbe Keimen. I, 614.
Papaver Rhoeas, pentacotyl. II, 223.
— — —, Fig. II, 223.
— —, tricotyl. II, 281.
— —, tricotyle Kreuzung. II, 301.
— — — Rasse. II, 278.
— rupifragum, gelbe Keime. I, 615.
— somniferum. II, 55. 361.
— — Cardinal × Mephisto. II, 357.
— — Danebrog. I, 470.
— — — × Cardinal. II, 357.
— — — × Double grand violet. II, 357.
— — — × Mephisto. II, 166.
— — × Danebrog. II, 47.
— — Danebrog × Schwan. II, 357.
— —, gefüllt. II, 356.
— —, geschlitzt. II, 358.
— — inapertum. I, 137.
— — Mephisto × Cardinal. II, 357.
— — — × Danebrog. II, 164. 201.
— — — × Danebrog, vierte Generation. II, 168.
— — — × Schwan. II, 166.
— — monstrosum. I, 97.
— — nanum. I, 256.
— — — album plenum, Fig. II, 76.
— — — — —, Reinheit. II, 382.
— — — — — (Schwan) × Mephisto. II, 201.
— — — „ardoisé". II, 394.
— — polycephalum. I, 88. 420. II, 47.
— — — Danebrog. II, 360.
— — — monstrosum. I, 98.
— — × P. s. nanum. II, 37.
— — Schwan. II, 76.
— — Schwan × Mephisto. II, 357.
—, sterile Bastarde. II, 59.
— umbrosum, Samen. II, 377.
Papavéracées. II, 165.
Paphiopedilum. II, 61.
— Harrisianum. II, 72.
— vexillarium. II, 72.
Papilionaceen, Keimpflanzen. I, 258.
Parallelismus zwischen sexueller und systematischer Verwandtschaft. II, 60.
Parasiten. I, 290.
Partielle Variabilität. I, 37. 100.
— Variation. II, 172.
Passiflora racemosa × coerulea. II, 54.
Pastinake. I, 65. 87.
Patrick Shirreff. I, 125.
Paul. I. 418.
Pearson. I, 111. 112. 374. 416.
Pedicularis palustris, fasciirt. II, 554.
Pelargonium. II, 88.
— inquinans. I, 609.
— zonale. I, 137. 338.
— —, bunt. I, 608. 609.

Pelargonium zonale, grün. I, 475.
— — tricolor. I, 642.
Peloria. I, 552. II, 17.
— anectaria. I, 553. 567.
— der Compositen. I, 465.
—, Kreuzungen. II, 38.
— nectaria. I, 567.
— bei Labiaten. I, 569.
Pentacotylen. II, 215. 223. 227.
Pentstemon gentianoides ohne Plumula. II, 323.
— —, syncotyl. II, 320.
— —, tricotyl. II, 244.
Penzig. I, 128. 340. 473. 553.
—'s Teratologie. I, 572.
Peperomia maculosa. II, 547.
Pépin. I, 611.
Pepo Citrullus. II, 45.
Pergamin-Düten. I, 155.
Periode des Wachthums, grosse. II, 584.
—, empfindliche. I, 99 371. 373. 595.
Periodicität. I, 441. II, 286. 551.
— der Mutationen. II, 697.
— des Getreides. I, 640.
— in der Entwickelung. I, 639.
— semilatenter Eigenschaften. I, 638.
Periodische Mutabilität. I, 145—146.
Pértz. I, 431. 643. 647.
Pescatorea. I, 566.
Petalomanie. I, 475. 582.
Petaquia saniculaefolia. I, 459.
Peter. II, 3. 14. 24. 36. 51. 87. 112. 468. 498. 499.
—, über Atavismus. II, 45.
Petersilientraube. I, 489.
Petunia, gefüllt. I, 648. II, 377.
— nyctaginiflora. II, 36. 72.
— violacea. II, 36.
Peyritsch. I, 569. 636. 648. II, 17.
Peziza. II, 342.
Pfahlbauten. II, 711.
Pfeffer. II, 662.
Pferde, Stammbäume. I, 48.
Pfitzer. I, 568.
Phacelia tanacetifolia. II, 228. 268.
— —, Fig. II, 279.
— —, syncotyl, II, 320.
— —, tricotyl. II, 239. 281.
— —, tricotyle Rasse. II, 278.
— texana. II, 239.
Phalaris arundinacea, bunt. I, 603. 608.
Phaseolus coccineus. I, 618.
— lunatus. II, 663.
— multiflorus. I, 618. 459.
— nanus × P. multiflorus. II, 387.
— -Rübchen. I, 618.
— vulgaris. I, 34. II, 194.
— — × P. multiflorus. II. 27.
Phaseolus vulgaris × nanus. II, 191.
Philageria Veitchi. i. II, 27.
Philesia buxifolia. II, 27.
Phlox decussata, bunt. I, 608.
— Drummondi. II, 380.
— — alba. I, 469. II, 379.
Phormium tenax, bunt. I, 599.
Phosphorsäuredüngung. II, 290.
Phragmipedilum longifolium. II, 32.
— Sedenii. II, 32.
Phragmites arundinacea variegata. I, 598.
Phylogenetisch ältere Eigenschaften. II, 33. 141.
— — Kennzeichen. II, 472.
Phytoptus. I, 290.
Picris hieracioides. II, 549.
— —, einjährig. I, 619.
— —, Fasciation. II, 544.
— —, fasciirte Rasse. II, 559.
— —, syncotyl. II, 325.
— —, 8 % syncotyl. II, 320.
Pilosella. II, 15.
Piloselloiden. II, 52.
— -Bastarde. II, 14.
—, Stammsippen. II, 46.
Pinus. I, 101. II, 13.
— Abies aclada. I, 455.
— excelsa. I, 475.
— Pinaster. I, 641.
— sylvestris, dreinadelige Gruppen. I, 641.
Pistacia. II, 54.
Pisum saccharatum. II, 145.
— sativum, fasciirt. II, 559.
— umbellatum. II, 145.
Plantago lanceolata, bunt. I, 603.
— —, gespaltene Blüthenähren. II, 554.
— — ramosa. I, 514.
— — —, Kreuzung. II, 358.
— —, Schöpfe. I, 514.
— —, stipitata. I, 428.
— major, bunt. I, 603.
— —, bracteata. I, 433. II, 527.
— — rosea. I, 129. 433. II, 527.
—, Samenbeständigkeit der Atavisten. I, 519.
—, Wurzelknospen. I, 521.
Plate. II, 507. 661. 666.
Platanthera bifolia. I, 14.
Plectogyne variegata. I, 607.
Pleiomorphie. II, 518.
Pleiopetal. I, 584.
Pleiopetalie und Ernährung. I, 594.
— und Witterungszustand. I, 593.
Pleiotypie. II, 54. 400.
Pleuronectus flesus. I, 309.
Plinius. I, 124.

Ploetz. I, 37, 92.
Plumula unter Druck. II, 322.
Plural-Variationen. II, 507.
Plus-Varianten. II, 321.
Plusia Gamma. I, 225, 389.
Poa alpina vivipara. I, 426.
— bulbosa vivipara. I, 426.
Podocarpus Koraiana. I, 487.
Podolepis gracilis, tricotyl. II, 240.
Pohl. I, 153. 168. 223. 291. II, 436.
Poiret. I, 316. 317.
Poiteau. I, 126.
Pokorny. I, 639.
Polemonium coeruleum album. II, 387.
— — —, Reinheit. II, 385.
— coeruleum × P. c. album. II, 37.
— dissectum album. I, 469.
— — × coeruleum. II, 387.
—, sterile Bastarde. II, 59.
Pollenkörner der Hybriden. II, 173.
—, mutirte. II, 504.
—, schwache. II, 417.
Pollen, hybrider. II, 88.
—, steriler. II, 99.
— sterile Körner. II, 63.
Pollensäcke von Oen. lata. I, 168.
Pollock. I, 611.
Polycephalie. I, 97. II, 55.
Polyeder. I, 39. 49.
Polygonum amphibium. II, 522.
— Convolvulus, bunt. I, 603.
— —, syncotyl. II, 325.
— —, tricotyl. II, 245.
— — —, Fig. II, 322.
— Fagopyrum. II, 232.
— —, Becher. II, 324.
— —, bunt. I, 603.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— viviparum. I, 459.
Polyhybriden. II, 111. 187.
Polymorph. II, 518.
Polymorphie. I, 33.
Polyphyle Bastarde. II, 462.
Polyphyletisch. I, 563. 575. II, 531.
Polyphyletische Entwickelung. II, 511.
Polystichum cristatum, gespalten, Fig. II, 520.
Polypodium vulgare, gespalten. II, 521.
Pomonomie belge. I, 126.
Pop-corn. I, 68.
Portulacca grandiflora. I, 494.
Portunion moenadis. I, 402.
Potentilla anserina, vierzählig. I, 635.
— collina. II, 501.
— Tormentilla. I, 122.
Pourett. I, 317.
Prädominanz. II, 143.
—, schwankende. II, 48.
Prämutation. I, 353. 461. II, 427. 637.
Prämutationsperiode. I, 332—35.
— Kreuzungen in der. II, 538.
Prämutirte Pangene. II, 696.
Präponderanz älterer Merkmale. II, 428.
—, Grade der. II, 24.
Präpotenz. II, 143.
Prävalenz, schwankende. II, 48.
Prehn. I, 468.
Primäre Aeusserungen. II, 112. 433.
— Merkmale. II, 228.
Primordialblatt, dreizähliges. I, 578.
Primula. II, 13.
— acaulis. I, 456.
— — × pannonica. II, 63.
— japonica. Fasciation. II, 544.
— officinalis × P. acaulis. II, 84.
— pubescens. II, 26.
— sinensis. I, 425.
— variabilis. II, 84. 502.
— veris L. I, 13.
Probe-Entnahme. II, 117.
Probstei. I, 77. 78.
Progressisten. I, 483.
Proskowetz, von. I, 82. 371. II, 53. 663.
Prüfung auf Erbkraft. II, 664.
Prunus. II, 663.
— Lauro-Cerasus. Curve der Variabilität. I, 36.
— Padus, Seitentrauben. I, 642.
Przibram. II, 709.
Pterophorus microdactylus. I, 291.
Pyramiden. II, 711.
Pyrethrum Parthenium aureum. I, 415.
— roseum. I, 475.
— —, halbgefüllt. Fig. 1, 550.
Pyrus auricularis. II, 679.

Quartil. I, 376.
Quercus. I, 479. II, 13.
— pedunculata, bunt. I, 604. 606.
— — argenteo-picta. I, 608.
— sessiliflora albovariegata, Fig. I, 687.
Quetelet. I, 5. 34. 112—114. 374.
—'sches Gesetz. I, 306.

Raatz. II, 664.
Racibowski. II, 90.
Radis, wild. I, 65.
Ramsay. I, 237.
Ranunculus aconitifolius. I, 452.
— acris. I, 475.
— — petalomana. I, 137.
— arvensis. I, 454.
— — inermis. I, 138. 478.
— asiaticus. I, 582.
— auricomus. I, 433.

— bulbosus Aleae. I, 582.
— —, bandförmig. II, 543.
— — semiplenus. I, 582. II, 261.
— — —, Curve, Fig. I, 434.
— — —, Lebenslage. I, 592.
— — —, Verzweigung. I, 591.
Randblüthen. I, 370.
Ränder der Aecker. I, 81. 93.
Ranunkel. I, 88. 582.
Raphanus Raphanistrum. I, 421.
— —, Becher. II, 324.
— —, Cotylbecher, Fig. II, 322.
— —, fasciirt. II, 554.
— — × R. caudatus. II, 387.
— —, tricotyl. II, 240.
Raps. I, 418. II, 413.
Rasor. II, 601.
Rassen, constante. I, 463.
— der Hunde. I, 30.
— des Handels, Regression. I, 61.
—, Doppelte Bedeutung dieses Wortes. I, 29.
—, erbliche. I, 418.
—, inconstante. II, 391. 518.
—, Landes-. I, 86.
—, locale. I, 24. 149.
—, nicht isolirbare. I, 570.
—, Tricotyle Mittel-. II, 212.
—, Unbeständigkeit. I, 84.
—, veredelte. I. 39. 59. 369.
Ratzeburg. I, 479. 567.
Recessive Merkmale. II, 141. 203.
Reciproke Kreuzungen. II, 470.
Reduction zur Hälfte. II, 468.
Reduced by half. II, 468.
Regel. II, 498.
Regeneration. II, 662.
Regression. I, 60. 84. 114. 369. 413. 420.
— bei Isolirung aus Gemischen. II, 280.
Regressisten. I, 483.
Reihen. I, 363.
—, continuirliche. II, 215.
—, morphologische. II, 215.
—. paläontologische. I, 142.
—, polycentrische. I, 313.
—, ununterbrochene. I, 313.
— von Individuen. I, 305.
Reinheit. II, 376.
— von Blumensamen. I, 57.
Reinheitsbestimmungen. II, 125.
Reinigen. II, 376.
Reinke. I, 258. II, 533.
Reseda odorata. I, 419.
Retinospora. I, 484.
Retourselection. I, 115. 446.
Retrogressiv und Mendel. II, 373.
Retrogressive Merkmale. II, 367.
Reversion to mediocrity. I, 68.
Rhamnus Frangula. II, 391.
Rhinanthus. I, 66.
— major, bunt. I, 603.
Rhingia. I, 468.
Rhododendron intermedium. II, 502.
—, Tetraden. II, 64.
Rhus typhina, bunt, Fig. II, 680.
Ribes aureum. II, 12.
— Gordonianum. II, 12. 14. 59.
— nigrum × Grossularia. II, 26.
— sanguineum. II, 12.
—, sterile Bastarde. II, 59.
Richter. II, 547.
Right and left-handed. II, 592.
Riga-Lein. I, 90.
Rimpau. I, 79. 476. 617. 620. 640. II, 3. 34. 37. 40. 45. 73. 147. 192. 494. 559.
—'s Weizenbau. I, 70.
Rinderguano. I, 391. II, 290.
Ringfasciation. II, 547.
Rispe, Unterbrechuugen in der. II, 311.
Risler. I, 89.
—'s Weizenbau. I, 70.
Rivett's bearded Wheat. II, 40, 193.
— Grannenweizen. II, 37.
Rivière. II, 669.
Robinia Pseud-Acacia. I, 454.
— — —, fasciirt. II, 553.
— — — inermis. I, 475.
— — — monophylla. II, 390. 524.
— — — rosea. I, 481.
— — —, syncotyl. II, 320.
— — —, tricotyl. II, 240.
Rodewald. II, 125.
Roge. I, 629.
Roggen. II, 665.
—, dreigabeliger. II, 542.
—, Perenniren. I, 618.
—, Schlanstedter Riesen-. I, 81.
—, steriler. I, 476.
Roggenzüchtungen. II, 53.
Rolfe. II, 70. 72. 501. 646.
Rosa. I, 51. 489. II, 666. 703.
— centifolia, Becher. I, 638.
— gallica, Ascidien. I, 638.
—, grüne. I, 475.
— rubiginosa. I, 453.
— spinosissima. I, 453.
Rosen. I, 123. 143. 287. II, 497.
Rosette, verbänderte. II, 544.
Rosskastanie, bunt. I, 598.
Rostarten, Nährpflanzen bei den. I, 122.
Rothbuche, geschlitztblätterige. II, 390.
Rothklee. I, 128.
—, Erklärung des fünfblätterigen. II, 328.
Roze, E. I, 133. 226.

Rübe, dreijährig. I, 617.
Rüben der Römer. I, 73. 124.
—, Vorwahl der. I, 76.
—, Zuckergehalt von 40000. I, 74.
Rubia tinctoria, verbändert. II, 545.
— —, Zwangsdrehung. II, 576.
Rubus. II, 32. 497.
— fruticosus, bunt. I, 603. 604. 605.
— — laciniatus. I, 139. II, 689.
— Idaeus monophyllus. I, 455.
Rückschläge. I, 482.
—, alljährliche. II, 608.
—, vegetative. II, 536.
Rückschritt. I, 456.
Rumex. I, 144.
Rümker, von. I, 9. 66. 76. 86. 89. 108. 125. 132. 617. 645. II, 41.
Runkelrüben, Aufschiessen. I, 621.
—, Bastarde der. II, 45.
Russell. I, 350.

Saatgut. I, 88.
Saatwucherblume. I, 523.
Sacculina carcini. I, 402.
Sachs. I, 551. II, 485.
Sageret. II, 6. 9. 42. 45. 675. 706.
Sagittaria sagittifolia. I, 629.
Saison-Dimorphismus. I, 66. 449.
Salisbury. I, 51.
Salix alba, fasciirt. II, 553.
— Arbuscula × purpurea. II, 28.
— aurita ×, Fruchtknoten auf den Antheren, Fig. II, 18.
— — × purpurea, Fig. II, 49.
— —, Zwitterblüthen. I, 638.
— babylonica crispa. I, 489.
— caprea × daphnoides. II, 87.
— cinerea × incana. II, 87.
— cuspidata. II, 501.
— Ehrhartiana. II, 501.
— Lapponum × Silesiaca. II, 87.
— purpurea × cinerea. II, 49.
— —, fasciirt. II, 553.
— — × viminalis. II, 49. 87.
—, Staubblätter, gegabelte. II, 49.
—, Sterblichkeit der Männchen. II, 54.
— triandra + viminalis. II, 50.
Salpiglossis. II, 379.
Salter. I, 104. 418. 606. II, 72.
Salvia sylvestris. II, 502.
— — alba. I, 469.
Sambucus nigra aurea. I, 601.
— —, bunt. I, 609.
— — fasciata. II, 552.
— — laciniata. I, 489.
— racemosa serratifolia. II, 382.
Samen auf einer Pflanze, Vertheilung tricotyler. II, 286.
Samen-Auslese. I, 90.
—, erstreifende. II, 287.
—, gemischte. II, 392.
—, kleinste. I, 579.
—, schwere. I, 137.
—, Selection nach Gehalt an kleinen. II, 262.
—, Wahl der. I, 645. II, 286.
Samenbeständigkeit. I, 138.
Samenlappen, gespaltene. II, 223. 294.
Samenproben, käufliche. II, 376.
—, reine. II, 169.
Samenprüfungsstationen. II, 123.
Samenschiessen. I, 617
Samenwechsel. I, 89.
Sammelarten. I, 8. 13. 121.
Sanct-Barbara-Kraut. I, 610.
Sandluzerne. II, 52.
Saponaria calabrica nana. II, 390.
— hybrida. II, 485.
— officinalis. I, 591. 640.
— — plena. I, 636.
— —, sechszählig. I, 636.
— — torsa. II, 586.
Saprophyten. I, 457.
Sarothamnus. I, 258.
— scoparius. II, 664.
Saturnia. II, 34.
Saunders. II, 147. 373.
Savastano. II, 670.
Saxifraga Andrewsii. II, 27. 51.
— Braunii. II, 63.
— crassifolia. I, 45.
— —, Becher. I, 641.
— decipiens. I, 636.
— umbrosa. I, 459.
Scabiosa atropurpurea. I, 601. II, 233. 234. 382.
— — nana. II, 236.
— — — purpurea. I, 139.
— — torsa. II, 586.
— —, Zwangsdrehung. II, 324.
Scirpus lacustris. I, 459.
Schaaf. I, 646.
Schaafhausen. I, 26.
Schattencultur. II, 293.
Schätzungen. II, 115.
— von Merkmalen. II, 142.
Scheitelwachsthum. II, 546.
Scheitelzelle. I, 606.
Schellenberg. I, 618.
Schildförmige Blätter. I, 459.
Schirmstrahlen, Anzahl der. I, 371.
Schindler. I, 371. 617.
Stammpflanze, schlechte. II, 255.
Schlechtendahl. I, 598. 607. II, 601.
Schlingpflanzen. I, 457.
Schnecken. I, 307.

Schösslinge. I, 616.
Schribaux. I, 640.
Schröder. II, 660.
Schröter. I, 455. 464. 475. II, 711.
Schübeler. I, 71. 87.
Schüsseln, Aussaat in. I, 206.
Schwächlinge. I, 585.
Schwan. II, 382.
Schwindel. I, 9.
Scott. I, 48. 141. 177. II, 704.
Scrophularia nodosa. II, 226. 234.
— —, Bastard. II, 185.
— —, Ernte der späteren Jahre. II, 288.
— —, erstreifende Samen. II, 287.
— —, Fig. II, 259.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— —, Pelorien. I, 569.
— —, Sandcultur. II, 291.
— —, syncotyl. II, 325.
— —, tetracotyl. II, 228.
— —, tricotyl. II, 231.
— — —, Fig. II, 229.
— —, tricotyle Rasse. II, 258.
— — — —, Fig. II, 258.
Secale. II, 542.
Sectorial bunt. I, 606.
Sectoriale Variation. I, 496. 513. 549. 606. II, 675.
Secundäre Aeusserungen. II, 112.
— Merkmale. II, 229.
Sedum crispum. I, 128.
— cristatum. I, 128.
— reflexum cristatum. I, 129. II, 559.
Seelhorst, von. I, 371.
Seitenknospe, schwache. I, 643.
Seitenzweige. Früchte der. II, 416.
—, Samen der. II, 341. 583.
Seitenzwiebeln. I, 459.
Selbstsaat. I, 645.
Selection. I, 369.
— auf die Dauer unfähig. I, 617.
— — einem Umwege. II, 328.
—, Aufhören der. I, 86—91.
—, Bedeutung der. I, 114.
—, Dauer der. I, 597.
— des Zuckerrohres. I, 104.
—, die Wahl der am besten ernährten Individuen. I, 96.
Selection, doppelte. II, 580.
—, Grenze der. I, 83—86.
— in einer Richtung. I, 63.
—, Misslingen der. I, 570.
—, mittelbare. II, 262.
— und bessere Ernährung. I, 111.
—, unwillkürliche. I, 85.
—, vegetative. I, 104.
Selectionslehre. II, 665.
—, Darwin's. I, 20—28.
Selectionslehre, Wallace's. I, 28.
Selectionsmethode, Verbesserung der. I, 85.
Selectionstheorie. I, 4. 8.
Selectionsverfahren, Dauer des. I, 62.
Selectionsversuche, misslungene. II, 241.
Semi-activ. II, 371. 374. 640.
—-latent. II, 640.
Semilatente Merkmale und Lebenslage. I, 627.
Semilatenz, Schema. I, 424.
Semper. I, 46.
Sempervivum. II, 497.
— Hüteri. II, 63.
Senecio Jacobaea. I, 121. 138.
— — discoideus, Fig. I, 466.
— — L. f. radiata, Fig. I, 466.
— sagittifolius. I, 459.
Sensible Periode. II, 567.
Sepalodie der Krone. II, 595.
Sepalodisch, breit-. II, 604.
—, halb-. II, 604.
Serres, Olivier de. I, 124.
Sexualzellen. II, 671.
—, mutirte. II, 541.
Sexuelle Organe. II, 58.
— Periode. II, 671.
— Verwandtschaft. II, 654.
Shirreffs oats. I, 125.
Shirreff, Patrick. I, 79.
Siebe. II, 377.
Siegesbeckia. I, 459.
Silene Armeria. II, 178. 203. 239.
— — alba. I, 469.
— — rosea. I, 469.
— — —, Fig. II, 196.
— conica, tricotyl. II, 245.
— hirsuta. II, 239.
— —, syncotyl. II, 320.
— inflata. II, 228. 269.
— —, Ernte der späteren Jahre. II, 288.
— —, erstreifende Samen. II, 287.
— —, Fig. II, 279.
— —, tricotyl. II, 281.
— —, tricotyle Rasse. II, 279.
— noctiflora. II, 236.
— —, bunt. I, 603. 613.
— — torsa. II, 576.
— —, tricotyl. II, 240. 246.
— odontipetala, tricotyl, Fig. II, 222.
— orientalis alba, tricotyl. II, 239.
— vulgaris. II, 657.
Sinapis alba, Cotylbecher. II, 321.
Single Variations. I, 414.
Singular-Variationen. II, 508.
Sisymbrium Alliaria. I, 357.
Sium. I, 321. 456. 484.

Sium latifolium. I, 258. II, 533.
Six. I, 187. 356.
Smerinthus. II, 34.
Sociale Fragen. I, 108—112. 150.
Solanum, Adnation. I, 458.
— Dulcamara tomentosum. I, 454.
— nigrum × chlorocarpum. II, 155. 170.
— —, Insectenbesuch. II, 170.
— tuberosum, Keimpflanze. I, 628.
Sollas. II, 708.
Solms-Laubach. I, 358. 477. 643. II, 497. 663.
Sommerblumen. I, 632.
Sommerweizen, Wassergehalt. I, 371.
Sonchus palustris, verbändert. II, 554.
Sondershausen. I, 136.
Sophora japonica pendula. I, 481.
— — variegata. I, 611.
Sophronites. II, 35.
Souchet. II, 91.
Spach. I, 309. 313.
Spaltung der Blätter. II, 232.
— der tricotylen Bastarde. II, 299.
— in der vierten Generation. II, 169.
Spaltungsgesetz. II, 166. 173.
Spaltungsgesetze, Mendel'sche. II, 111. 137.
Spaltungsregel. II, 173.
Species, immutable productions. I, 18.
—, incipient. I, 39.
— tot numeramus. I, 13.
Speciesbastard II, 9.
Specularia Speculum, vierzählig. I, 641.
Spelz. II, 192.
Spelzenmais. II, 41.
Spencer. I, 44. 95. 108. 150. II, 684.
Spermatozoid von Mais. II, 158.
Sphingiden. II, 34.
Spinacia. I, 144.
— oleracea, Becher. II, 324.
— —, tricotyl. II, 246.
Spinat, dornloser. I, 139.
—, Holländischer. II, 246.
Spiraea callosa atropurpurea, fasciirt. II, 553.
— —, bunt. I, 609.
— opulifolia, bunt. I, 605.
— sorbifolia, fasciirt. II, 553.
— Ulmaria, bunt. I, 603.
Spirogyra. II, 691.
Sprenger. I, 133.
Sprödigkeit, Oen. rubrinervis. I, 161.
Sprosse. I, 640.
Sprungvariation. I, 4. 23. 39.
Squarehead Wheat. II, 40. 193.
St. Germain-Birne. I, 127.
St. Hilaire. II, 41.
Stachelginster, dornloser. II, 206.
Stahl. I, 101. II, 523.
Stammbaum, Fortschritt im. I, 463.
—, individueller. II, 242.
—, Lücken im. I, 44.
—, Oenothera. II, 469.
— von O. Lam. II, 700.
Stammbäume. I, 157. 184. 192. 202. 204. 361.
—, schematische, Fig. II, 701.
Standfuss. II, 43. 106. 700.
Standort, sonniger oder schattiger. I, 101.
Standortrassen. I, 85.
Statistische Methode. I, 308.
Staubfäden in Carpelle umgebildet. II, 17.
Staubgefässe in Carpelle, Umwandlung der. I, 97.
—, petalodische. I, 350. 549.
Stechginster. II, 208.
Stecklingscultur. I, 646.
Stechpalme. I, 598.
Stellaria graminea aurea. I, 602.
— Holostea apetala. I, 417.
Stengelblätter von Oenothera. I, 209.
Sterblichkeit. II, 122.
Sterile Samenknospen. II, 99.
— Varietäten. I, 137.
— Maispflanzen. I, 137. 148.
Sterilität. II, 57.
Steudel's Gerste. II, 41.
Stickstoffdüngung. II, 290.
Stickstoffgehalt der Gerste. I, 371.
Stirp. II, 687.
Stockwerke. II, 705.
Stickstoffgehalt. II, 371.
Stolonenlänge. II, 15.
Stossweise Aenderungen. I, 414.
Strahlencurve. I, 397.
— der Compositen. I, 427.
Strahllose Blüthen, Compositen. I, 467.
Strasburger. II, 390. 667.
Strömchen von Protoplasma. II, 691.
Sub-activ. II, 372.
Sub-latent. II, 372.
Subprogressiv. I, 458.
Subvariationen. I, 220. 457.
Succisa. II, 664.
Superphosphat. II, 290.
Suringar. I, 568. 569. II, 601.
Survival of the fittest. I, 29. 44. 150.
Sutton. I, 549.
Svalöf. II, 663.
Symmetrie. I, 444. 565.
Sympetalen. I, 11. 457.
Symphytum, bunt. I, 608.
— officinale. II, 196.
Synanthien. I, 340. 349.
Syncotylen ohne Atavisten. II, 327—331.

Syncotylie. II, 319.
—, erbliche. II, 324.
Synfise der Blätter. II, 232.
Synthese, hybridologische. II, 200.
Syringa, gefüllte. I, 129.
— rothomagensis, Pollen. II, 65.
— vulgaris azurea plena. I, 130.
— — × S. vulgaris azurea plena, Fig. II, 55.
—, weisse Blüthen. I, 633.
Systematik und Mutationslehre. II, 634.

Tagetes africana. I, 643.
— —, gefüllt. I, 549.
— patula nana. I, 139. 256.
— signata nana. I, 256.
Tammes. I, 599. 641. II, 551. 583.
Tarascora Corn. I, 68.
Taraxacum officinale fasciatum. II, 549. 558.
— —, Ringfasciation. II, 547.
Taxus baccata fastigiata. I, 479.
Teratologisches. I, 337. 425.
Terracciano. I, 582.
Tetracotylen. II, 214. 227. 239.
—, Erblichkeit. II, 275.
—, hoher Gehalt an. II, 274.
Tetradentheilung. II, 65.
Tetragonia expansa. I, 469.
— —, Fasciation, Fig. II, 234. 544. 558. 560.
— —, Früchte. I, 432.
— —, tricotyl. II, 240.
— cristallina. I, 469.
Tetragonolobus biflorus, vierscheibig. I, 574.
Tetrahybriden. II, 187.
Tetrapoma. I, 643.
Teucrium Polium. I, 452.
Théatre d'agriculture. I, 124.
Thibaut. II, 95.
Thiselton Dyer. I, 134.
Thomson. II, 708.
Thrincia hirta. I, 357.
— —, fasciirte Rasse. II, 559.
— —, tricotyl. II, 240.
— —, trisyncotyl. II, 323.
Thuret. I, 123. 143. 287.
Thuya. I, 484.
— orientalis. II, 391.
— pendula. II, 391.
Thymus Serpyllum album, Reinheit. II, 385.
— —, Fig. I, 602.
Tilia. I, 422.
—, Becher. I, 433. 637.
— parvifolia, Becherbildung, Fig. I, 338.
Tirol. I, 78.
Tomate. I, 481. II, 510.
Torenia. II, 669.
Torrey. I, 313.
— and Gray. II, 598.
Torsion. II, 231. 573.
Tournefort. I, 12.
Tracy. II, 663.
Tradescantia repens, bunt. I, 599. 608.
— virginica. II, 707.
Transformation. I, 178.
Transgressiv. I, 41. 309.
Transgressive Variabilität. I, 305. 308—313. 521. II, 306. 346.
— — bei Syncotylie. II, 327.
— —, Fig. II, 349.
— Variation. II, 296.
Transmutationisten. I, 7. 18. II, 497.
Transmutationslehre. I, 10—20.
Trauben. II, 415.
—, Astrachan-. I, 137.
— ohne Kerne. II, 669.
Trauereiche. I, 479.
Traueresche. II, 390.
Trauerweissdorn. I, 479.
Trennung von der Halbrasse. II, 282.
Treub. I, 291. II, 492.
Treviranus. II, 485.
Trichterbildung. II, 547.
Tricotyle Halbrassen. II, 239.
— Mittelrassen. II, 247.
— —, Isolirung der. II, 265. 268.
— —, Mittelbare Isolirung der. II, 304.
— Rassen. II, 212.
Tricotylen. II, 216.
—, Auslese von. II, 240.
— bei wildwachsenden Arten. II, 267.
— im weiteren Sinne. II, 217.
— in käuflichen Samen. II, 239.
Tricotylie. II, 294.
— bei Oenothera. I, 340.
—, fluctuirende Variation der, Fig. II, 217.
—, partielle Variabilität der. II, 285.
Trifolium incarnatum, Ascidien. I, 578.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— —, Keimpflanze, Fig. I, 576.
— —, monströse Keimpflanze, Fig. I, 580.
— — quadrifolium. I, 570. II, 262.
— pratense. I, 128.
— — album. II, 155.
— — × americanum album. II, 154.
— —, bunt. I, 603.
— —, gefiedertes Blatt. I, 574.
— —, gelbe Keime. I, 614.
— — multifidum. II, 596.
— — quinquefolium. I, 88. 435.
— — —, Curve, Fig. I, 444.
— — —, einjährig. I, 619.
— — —, Fig. I, 436.

Trifolium pratense quinquefolium, Keimpflanze, Fig. I, 440.
— — —, Kreuzung. II, 354.
— — —, Periodicität, Fig. I, 442.
— — —, Sandboden, I, 447.
— repens, Ascidien. I, 641.
— — atropurpureum. I, 574.
— — perumbellatum, Fig. I, 634.
— —, vierblätterig. I, 574.
Trihybriden. II, 115.
Tripel-Hybriden. II, 462.
Tri-Polyhybriden. II, 187.
Trisyncotylie. II, 323.
Triticum turgidum. II, 40.
— — compositum. I, 87.
— vulgare. II, 70.
Tritypie. II, 421.
Trochu. II, 211.
Tropaeolum. II, 663.
— majus flore pleno. I, 475.
—, Pelorien. I, 566.
Trotzen. I, 618.
Trotzer. I, 617.
Tschermak. II, 3. 18. 23. 113. 147. 148. 168. 177. 373.
— über Mendel's Versuche. II, 138.
Tulpen. II, 497.
—-Diebe. II, 537.
—, gestreifte. II, 513.
Tussilago Farfara, bunt. I, 605.
Typha latifolia. I, 41. 307.

Uebergeführte Bastarde. II, 84.
Ueberführen der einen Art in die andere. II, 79.
Uebergänge. I, 362.
Uebergangsformen. I, 307.
Ueberschreiten der Rassengrenzen. II, 346.
Ueberspringen von Generationen. II, 560.
Uebung. I, 96.
Ugraesplanter. II, 379.
Ulex. I, 258. 321.
— europaeus, Fig. II, 208.
— Gallii. II, 209.
— nanus. II, 209.
Ulmus. II, 13.
— campestris. II, 240.
— —, Becher. I, 641.
— —, bunt. I, 604. 609.
— — variegatus, Fig. II, 686.
Umbelliferen. I, 397.
Umlagerung einer Eigenschaft. II, 641.
Unabhängigkeit der Charaktere, gegenseitige. II, 188.
Ungepaarte Eigenschaften. II, 466.
Ungleichschenklige Curve. I, 431.
Ungleichzeugungen. I, 333.
Unisexuell. II, 642.
Unisexuelle Kreuzungen. II, 461. 495.
— —, combinirte. II, 474.
— Vererbung. II, 468.
Unterarten. I, 115. 453.
Urban. II, 52.
Uropedium Lindenii. I, 566. II, 38.
Ursprung, polyphyletischer. I, 457.
Urtica dioica. II, 707.
— urens, bunt. I, 603.
— — torsa. II, 586.

Vaccinien, hellfrüchtige. I, 477. II, 532.
Vaccinium Myrtillus. II, 532.
Valeriana alba, syncotyl. II, 325.
— —, 3 % syncotyl. II, 320.
— officinalis torsa. II, 589.
— — —, Fig. II, 569.
Vallisneria. I, 459.
van der Velde. II, 669. 685.
Variabilität, als Anpassung. I, 5.
— als Ernährungserscheinung. I, 368.
—, allseitige. II, 668.
—, artenbildende. I, 4. II, 704.
—, Bedeutung des Namens. I, 32.
— bei den Bastarden, individuelle. II, 52.
—, correlative. II, 695.
— der Bastarde. II, 46.
— der Blumenblätter. I, 306.
— dimorphe. II, 532.
— durch zufällige Kreuzungen. I, 56.
—, einseitige Steigerung der. I, 416.
— Erhöhung der. II, 11.
— in Fächerform, Darstellung der. I, 38.
—, fluctuirende. II, 465. 666.
—, graduelle. I, 36.
—, Grösse der Samen und. I, 579.
—, individuelle. I, 35. 36. 306.
—, Kreuzung. II, 465.
—, lineare. I, 38. II, 666.
—, oscillirende. II, 639.
—, partielle. I, 5. II, 48. 51.
—, planlose. II, 667.
—, Quelle der. II, 85.
—, räumliche und zeitliche. I, 37.
—, reversible. I, 36.
—, sectoriale. I, 491.
—, statistische. I, 36.
—, Steigerung der. II, 328.
—, stossweise. I, 39.
—, transgressive. II, 220. 308. 309. 430. 653.
— und Mutabilität, Grenze der. I, 370.
—, wahre Quelle der. II, 46.
—, zunehmende. I, 419.
Variabilitätscurven auf derselben Abscisse. I, 306.
Varianten. I, 22. 37. 451.

Variation. I, 30. 450.
—, continuirliche. I, 37.
—, désordonnée. II, 4.
—, discontinuirliche. I, 5.
—, lineare. I, 83. 413.
—, meristische. I, 37.
— par secousses. I, 39.
—, sectoriale. I, 496. II, 672.
Variationen. I, 92.
—, meristische. I, 47.
—, Plural-. II, 508.
—, Plus- und Minus-. I, 38.
—, spontane. I, 4. 133.
Variations, single. I, 7. 21. 39. 63. 116.
—, taxinomiques. I, 459.
Variationsbeherrschung. I, 115.
Variationscurve, zweigipfelige. I, 401.
Variationsumfang, Zunahme pro 1000 Individuen. I, 114.
Variationsweite. I, 105. 376.
Varietas aurea. I, 415. 424.
— carnea. II, 196.
— nana. I. 177.
— petalomana. I, 424.
Varietät als Individuum. I, 61.
—, O. nanella. I, 255.
Varietäten. I, 56. 118. 177. 450.
—, abgeleitete. I, 452.
— als beginnende Arten. I, 119.
—, Constanz der weissblüthigen. II, 380.
—, durch Verlust entstandene. I, 364.
—, ebenbürtige. I, 452.
—, echte. I, 455.
—, Entstehung von. I, 523
—, Garten-. I, 412.
—, goldgelbe. I, 415.
—, inconstante. II, 393.
—, latente Eigenschaften. I, 489.
— oder Arten, neue. I, 177.
—, parallele. I, 454.
—, Production neuer. I, 8.
—, samenbeständig. I, 256. 268.
— sind nur kleine Arten. II, 374. 647.
—, stark fluctuirende. I, 414.
—, sterile. I, 137. 471.
—, verlassene II, 380.
Varietätenbastard. II, 9. 648.
Varietates levissimas non curat botanicus. I, 13.
Varietätseigenschaften. II, 650.
Varietätsmerkmale. II, 464.
Variétés sont des hybrides. II, 486.
Varieties are incipient species. I, 21.
— are only small species. I, 119. 257.
Variiren. II, 74.
Vegetationskamm. II, 546.
Vegetationslinie. II, 546.
Veitch. I, 487. 549. II, 36. 93.
Velde, van der. I, 645.
Verbänderung. I, 339. 343. II, 233.
Verbänderungen, Erblichkeit der. II, 541. 559.
— im Herbst. I, 344.
—, käufliche. II, 552.
— und Cotylen. II, 562.
— von O. brevistylis. II, 441.
Verbascum. II, 36.
— lychniti-phoeniceum. II, 22.
— thapsiforme. I, 357.
Verbena. I, 490.
— hybrida. I, 481.
Verdoppelung. II, 225.
Veredelung. I, 54.
Vererbung, einseitige. II, 467.
Vergrünung. I, 290. II, 596.
— an Oenotheren. I, 339.
Verkoppelung. II, 180. 188. 193.
Verlaubung. I, 303.
Verlot. I, 450. 473. II, 12. 376.
Verlust einer Eigenschaft. I, 416.
—-Varietäten. II, 369. 374.
Vermehrung. I, 100.
—, starke. I, 354.
Veronica Andersonii. II, 73.
— Buxbaumii. I, 431. 643. 647.
— longifolia × l. alba. II, 155. 161.
— — (blau) × V. l. alba, einseitigweiss. II, 172.
— —, fasciirte Rasse. II, 559.
— —, Fig. II, 546.
— —, tricotyl. II, 240.
— scutellata pubescens. I, 454.
— spicata nitens. I, 454.
— spuria. II, 485.
Verschaffelt. I, 101. 112—113. 170. 376.
Verstärkung von Merkmalen. I, 458.
Verstümmelung. I, 92.
Versuchsgarten. II, 558.
Verwandtschaft, sexuelle. II, 654.
—, weitere und engere. II, 10.
Verwandtschaftsgrade der Bastarde. II, 24.
Verwundungen. I, 92.
Verzweigung, erschwachende. II, 591.
Viburnum Opulus. I, 475.
Vicariirend. II, 518.
Vicariirende Eigenschaften. II, 626. 639
Vicia lutea hirta. I, 454.
Vicinismus. II, 283. 536.
Vicinisten. II, 376. 383.
Vicinovariiren. I, 23. II, 376. 383.
—, directes. II, 389.
—, indirectes. II, 389.
Vielgestaltigkeit. I, 33.

VILMORIN. I, 65. 459. 489. II, 210. 376. 514.
— -ANDRIEUX. I, 135. 491. II, 459.
—, HENRI DE. I, 11. 82.
—, LOUIS DE. I, 353.
—, P. P. A. DE. I, 135.
—, Zuckerrüben. I, 73.
Vinca major, bunt. I, 609.
Viola. II, 662.
— cornuta alba, Fig. I, 116.
— alba × scotophylla, steril. II, 60.
— altaica. II, 96.
— arvensis. I, 17. 121.
— cornuta × alba. II, 155.
— lutea. II, 96.
— — grandiflora. II, 487.
—, Pelorien. I, 566.
— tricolor. I, 121. 355. II, 96.
— —, gespaltener Blüthenstiel. II, 544.
— — maxima. I, 632. II, 487.
— — —, Sommerblüthen. I, 647.
— —, Unterarten. I, 16.
VIRCHOW. I, 109.
Viscaria oculata. II, 236.
— — torsa. II, 585.
Vitis. I, 489. II, 32.
— aestivalis × V. labrusca. II, 51.
— York-Madeira. II, 51.
VIVIAND-MOREL. I, 611.
VÖCHTING. I, 318. 553.
Vollständige Spaltung. II, 173.
Vorbehalt. II, 541.
VRIES, ERNST DE. II, 599.
VROLIK. I, 473. 567.
VUILLEMIN. I, 553.

Waagen. I, 37. 49 II, 706.
Wachsthum, Unterbrechung des. I, 620.
Wachsthumshemmung. II, 323.
WAGNER. I, 146. II, 507. 668.
Wahl der Samen. I, 644.
—, doppelte. II, 243 558.
Wahlverwandtschaft. II, 654.
WAKKER. I, 470. 553.
WALLACE. I, 17. 62. 84. 119. 140.
WALLICH. II, 391.
WARMING. I. 617. II, 5. 8. 667.
WASMANN. II, 668. 699.
Wasserdost. II, 491.
Wasserschösslinge. I, 457.
Wassersprosse. I, 354. 609.
WATSON. I, 87. 313. 319. II, 598.
WEBBER. II, 3. 9. 31. 35. 158. 676.
WEEVERS. II, 575.
Weiden. II, 62. 72.
—, Bastarde der. II, 13. 26.
—, Pollen der. II, 62.
— Sterblichkeit. II, 54.
Weigelia amabilis. I, 430. 605. II, 575.
— —, bunt. I, 604.
— —, Curve. I, 429.
Weintrauben. II, 391.
Weissbunt. I, 599.
WEISSE. I, 347. 370. II, 17.
Weizen. II, 192.
—, Behaarter Land-. I, 70.
—, brauner sächsischer Land-. I, 82.
—, Galland-. I, 70.
—, rauher. I, 70.
—, RIVETT's Grannen-. I, 70.
—, Stammformen. I, 124.
—, Talavera-. I, 79.
—, verzweigter. I, 87.
—, Zeeländer-. I, 90.
Weizenbastarde, Blue Stem × Fife. II, 160.
WELDON. I, 5. 36. 142. 402. II, 139. 173. 660.
Werthigkeit. II, 23. 180.
WESMAEL. II, 9.
Wettkampf. I, 144.
WETTSTEIN, VON. I, 66. 449. 618. II, 27. 64. 497. 499. 507. 509. 661. 667.
Wheat, Hopetown-. I, 125.
—, Mungoswells-. I, 125.
—, Pedigree-. I, 79.
WHITE. II, 510. 705.
WICHURA. II, 6. 8. 12. 17. 20. 21. 26. 28. 36. 44. 48. 54. 62. 65.
Wiederholungsgenerationen. I, 640.
Wiederholungssprosse. I, 640.
WIEGMANN. II, 13. 22. 417.
WIER, D. B. I, 130.
WILDENOW. I, 316. 555.
WILLE. II, 679.
WILLIAMSON. I, 419.
WILLMORE. II, 91.
WILSON. II, 26. 683.
WIMMER. II, 48.
WINTER. I 433.
WITTMACK. II, 40.
WITTROCK. II, 96. 487. 662. 663.
WOLFF. I, 636. II, 662. 667.
Wunder- oder Smyrna-Weizen. I, 87.
Wurzel, gebänderte. II, 553.
Wurzelblatt von Oen. lata. I, 220.
Wurzelknospen. II, 17.

Xanthium canadense. I, 647.
Xenien. II, 158. 177.
Xylopleurum tetrapterum, tricotyl. II, 240.
Xylotrupes. I, 402.

Yerkes. II, 592.
YOUNG. II, 61.

Yucca, bunt. I, 611.
— pendula aurea. I, 604.

Zahl der Individuen. I, 146.
Zahlengruppen. II, 402.
— der Mittelrassen. II, 277.
Zählungen, Doppelmethode. II, 130.
Zea Mays, Bastard, Fig. II, 150.
— —, Bastarde. II, 157.
— —, bunt. I, 604. 609.
— — coeruleodulcis. II, 177.
— — cryptosperma. I, 45. II, 41.
— — cyanea × rubra. II, 160.
— — dulcis. II, 113.
— — gracillima. I, 68.
— — „Harlekin". II, 353.
— — rubra. II, 177.
— — — × vulgata. II, 160.
— —, 8—22-reihige Kolben. I, 52.
— — saccharata. II, 159.
— — × saccharata × saccharata, Fig. 50 % Z. II, 176.
— — tunicata. I, 45. II, 41.
— — vulgata × cyanea. II, 160.
— — — × dulcis. II, 160.
— —, Zuchtwahl. I, 52.
— —, zweigeschlechtige Rispen. I, 637.
Zeiner. II, 553.
Zerene grossulariata. II, 26.
Zeugung, heterogene. II, 662.
Ziegler. II, 706.
Zimmermann. I, 599.
Zinnia elegans. I, 549. 643. II, 236.
Zioberg. I, 554.
Zocher & Co. I, 474. 487.
Züchter, Erfahrungen der. I, 10. 54.
Zuchtmethode. I, 58. 414.
Zuchtrasse. I, 424. 597.
—, atavistische. II, 337.
—, hemisyncotyle. II, 333. 336.
Zuchtrassen, Kreuzung. II. 465.
Zuchtrassen, verbesserte. II, 268.
Zuchtthiere. I, 577.
Zuchtwahl, empirische. I, 78.
—, gärtnerische. I, 56.
Zuchtwahl in der Landwirthschaft. I, 52—60.
—, methodische. I, 78.
—, natürliche. I, 110.
— semilatenter Eigenschaften. I, 627.
— und Ernährung. I, 368.
—, Unterbrechung der. I, 86.
—, vegetative. I, 60.
—, Wahl der am besten ernährten Individuen. I, 627.
Zuchtwahlproducte. I, 58.
Zuckermais. II, 159.
Zuckerrohr, Cheribon-. I, 104.
—, vegetative Selection. I, 104.
Zuckerrübe, Farbvarietäten. II, 664.
—, Knäuel der. I, 645.
—, verbändert. II, 554.
—, Zuckergehalt der. I, 36.
Zuckerrübenzüchtung der Gegenwart. I, 72.
Zwangsdrehung. II, 230.
—, abhängig von der Lebenslage. II, 573.
—, erblich. II, 568.
— in tricotylen Rassen. II, 235.
—, Kreuzung. II, 592.
— nach rechts und links. II, 592.
— und Syncotylie. II, 324.
Zwangsdrehungen, seltene. II, 575.
Zweijährigkeit. I, 616.
Zweigipfelige Curve der Tricotylen. II, 278.
Zweigvariation. I, 604. II, 605.
Zweizählige Blüthe, Fig. II, 17.
Zwerge. I, 177. II, 443.
Zwergformen. II, 407.
—, Oenothera. I, 165. 166. 258.
Zwerg-Nachtkerze. I, 256.
Zwergvarietäten. I, 256. II, 76.
Zwiebelgewächse. I, 61.
Zwillinge. II, 225.
Zwischenbildungen. II, 19.
Zwischenformen. I, 334. 362.
Zwischengenerationen. I, 90.
Zwischenrasse. I, 415. 424.
Zygopetalum Mackayi × Odontoglossum nobile. II, 32.

Vierte Lieferung.

DIE

MUTATIONSTHEORIE.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

ÜBER DIE

ENTSTEHUNG DER ARTEN IM PFLANZENREICH

VON

HUGO DE VRIES,

PROFESSOR DER BOTANIK IN AMSTERDAM.

ZWEITER BAND.

DIE BASTARDIRUNG.

ERSTE LIEFERUNG.

MIT FIGUREN IM TEXT UND ZWEI FARBIGEN TAFELN.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1902

Einzelne Lieferungen sind nicht verkäuflich. Die fünfte und sechste Lieferung, mit denen das Werk seinen Abschluss findet, befinden sich in Vorbereitung.



Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Fünfte Lieferung.

DIE

MUTATIONSTHEORIE.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

ÜBER DIE

ENTSTEHUNG DER ARTEN IM PFLANZENREICH

VON

HUGO DE VRIES,

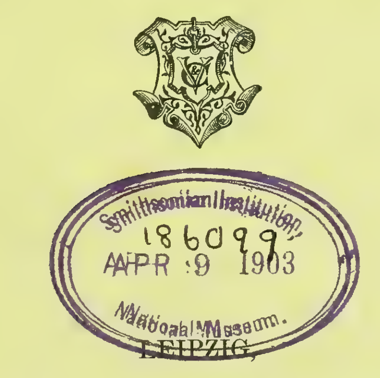
PROFESSOR DER BOTANIK IN AMSTERDAM.

ZWEITER BAND.

DIE BASTARDIRUNG.

ZWEITE LIEFERUNG.

MIT FIGUREN IM TEXT UND ZWEI FARBIGEN TAFELN.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1903

Einzelne Lieferungen sind nicht verkäuflich. Die sechste Lieferung, mit der das Werk seinen Abschluss findet, befindet sich in Vorbereitung.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Sechste Lieferung.

DIE

MUTATIONSTHEORIE.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

ÜBER DIE

ENTSTEHUNG DER ARTEN IM PFLANZENREICH

VON

HUGO DE VRIES,

PROFESSOR DER BOTANIK IN AMSTERDAM.

ZWEITER BAND.

ELEMENTARE BASTARDLEHRE.

DRITTE LIEFERUNG.

MIT FIGUREN IM TEXT.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1903



Druck von Metzger & Wittig in Leipzig









